



4.1.e - ZKP egyéb - Hazai vasúti, hajózási projektek

Nemzetközi áttekintés és jó gyakorlatok vasúti és hajózási, valamint egyéb mobilitási területeken való alkalmazására

Murányi Szilvia
Horváth Anna
Gáspár Kata

Tartalom

1 Vezetői összefoglaló

2 Hidrogén közlekedési tendenciák

3 Nemzetközi jó gyakorlatok - vasút

4 Nemzetközi jó gyakorlatok - hajózás

5 Nemzetközi jó gyakorlatok - mezőgazdaság

6 Nemzetközi jó gyakorlatok - taxi, car-sharing



Projekt célja

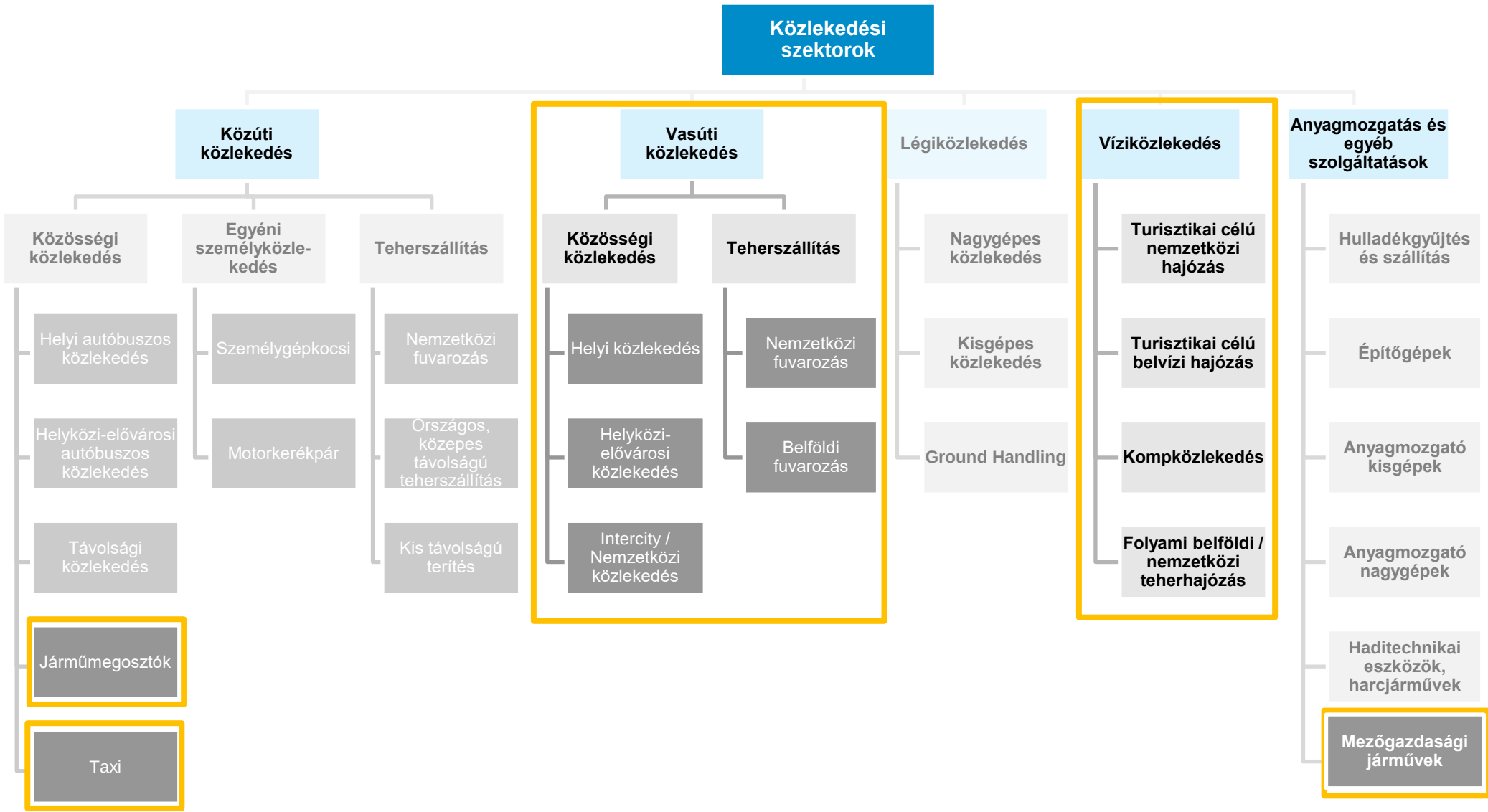


4.1. Zöld Kamion Program (ZKP) folytatása (II. fázis)

A ZKP egyéb érintett területein, így főként hazai vasúti, hajózási hidrogén pilot projekt azonosítása, projektgenerálás; az érintett felek bevonása, tájékoztatása. Érdemi érdeklődés esetén hidrogénüzemű taxiflotta és/vagy car-sharing projekt, valamint mezőgazdasági hidrogén projekt előkészítése az alábbiak szerint.

- **Nemzetközi áttekintés és jó gyakorlatok begyűjtése hidrogén vasúti és hajózási alkalmazására, valamint egyéb mobilitási területek vizsgálata (pl. taxi, car-sharing, mezőgazdaság)**
- Potenciális hazai vasúti és hajózási valamint egyéb hidrogénmobilitási projektekben érintett társaságok, szervezetek azonosítása (2023.12.31-ig készül el)
- Potenciális projektkoncepciók azonosítása (helyszín, útvonal, menetrend, méretek, egyéb leíró adatok) vasúti és hajózási, valamint egyéb hidrogénmobilitási területen (2023.12.31-ig készül el)
- Magas szintű költségkeret és finanszírozási igény meghatározása a potenciális pilot projektek esetében (2023.12.31-ig készül el)
- Pilot projektek elindításához szükséges feltételek azonosítása (jogszabályi, műszaki, gazdasági, szervezeti) (2023.12.31-ig készül el)
- Lehetséges támogatási, finanszírozási lehetőségek feltérképezése (2023.12.31-ig készül el)

A tanulmány a közlekedési ágazaton belül a vasúti- és víziközlekedésre, illetve a járműmegosztókra, taxikra és mezőgazdasági járművekre fókuszál, azon belül is a hidrogén meghajtású járművekre



A hidrogén járművek elterjedésére 5 tényezőnek van hatása

- | | | |
|----------|--|--|
| 1 | Klímavédelmi célok, szakpolitika, ESG | Az EU-s és tagállami klímavédelmi célkitűzések, szakpolitikák, valamint a vállalatok ESG kötelezettsége, fenntarthatósági stratégiája ösztönözheti a hidrogén járművek elterjedését. |
| 2 | Hidrogén jármű gyártás | A hidrogén járművek elérhetőségét a nemzetközi járműgyártók hidrogén járművek gyártásával kapcsolatos stratégiai elképzelései, céljai és annak időbeli ütemezése határozzák meg. |
| 3 | Hidrogén töltési lehetőségek | A hidrogén járművek elterjedésének kulcs eleme a teljes hidrogén értéklánc és a megfelelő töltőhálózat rendelkezésre állása. |
| 4 | Járművek ára és üzemeltetési költsége | A járművek vásárlását befolyásolja a hidrogén járművek ára és üzemeltetési költsége, amelynek egyik pillére a hidrogén ára és jövőben várható alakulása, a hagyományos meghajtású járművek árával és üzemeltetési költségével összehasonlításban. |
| 5 | Finanszírozás, pénzügyi ösztönzők | Mivel a hidrogén járművek ára, illetve infrastruktúra igénye jelentősen meghaladja a hagyományos járművek finanszírozási igényét, elengedhetetlen kedvező finanszírozási forrás, pályázat biztosítása a hidrogén járművek beszerzésére és az infrastruktúra kiépítésére, valamint esetleges pénzügyi ösztönzők biztosítása az üzemeltetés során. |

A hidrogén közlekedési projektek összegző bemutatása

Jármű	Lokáció	Jármű típus	Ütemezés (üzembe állítás)	Járművek száma	CAPEX
 Vasút	Németország	Alstom Coradia iLint hidrogén üzemanyagcellás vonat	2018-	2	€93 millió
			2022-	12	
		Hidrogén üzemanyagcellás vonat	2024	7	€13,74 millió
	Ausztria	Alstom Coradia iLint hidrogén üzemanyagcellás vonat	2020-2023 (demonstráció)	1	n.a
	Egyesült Királyság	Hidrogén üzemanyagcellás vonat (üzemanyagcellák az utastérben)	2019- (demonstráció)	1	n.a
	Hollandia	Alstom Coradia iLint hidrogén üzemanyagcellás vonat	2020 (demonstráció)	1	n.a
	Spanyolország	Hidrogén üzemanyagcellákkal felszerelt kétmodusú demonstrátorvonat	2021-2024 (demonstráció)	1	€14 millió
	Lengyelország	Hidrogén mozdony	2023	1	n.a
	Svédország	Alstom Coradia iLint hidrogén üzemanyagcellás vonat	2022	n.a	n.a
	Kanada	Alstom Coradia iLint hidrogén üzemanyagcellás vonat	2023 (demonstráció)	1	\$8 millió
		Hidrogénüzemű mozdonyát tehervonatok számára	2023	3	\$18 millió
	Franciaország	Alstom Coradia iLint hidrogén üzemanyagcellás vonat	2025 (2021-ben 1 vonatot teszteltek)	12	€190 millió
	Olaszország	Cordia stream meghajtási technológiájú hidrogén vonat	2026	n.a	€300 millió
	Japán	Hibrid hidrogén-üzemanyagcellás vonat	2030 (2022-től tesztelik)	n.a	\$34,7 millió
	USA	Üzemanyagcellás mozdony	2021 óta fejlesztik, az üzembe állításról nincs információ	1	n.a

A hidrogén közlekedési projektek összegző bemutatása

Jármű	Lokáció	Jármű típus	Ütemezés (üzembe állítás)	Járművek száma	CAPEX
 Hajózás	Belgium	Hidrogén (belső égésű motorú) személyszállító hajó	2017	1	n.a
		Kettős üzemanyaggal (hidrogén és tengeri gázolaj) működő személyhajó	2022	1	n.a
		Tengeri szélerőműparkok üzembe helyezéséhez használható hidrogénüzemű hajó	2025	n.a	n.a
	Japán	80 utas befogadására alkalmas komphajó, amely két hidrogén-dízel belsőégésű motorral rendelkezik	2021	1	n.a
	Norvégia	Folyékony hidrogénnel és üzemanyagcella modulokkal működő személy- és személyautó szállító komp	2023	1	n.a
		Hidrogénüzemű teherszállító hajó	2024	1	n.a
		Hidrogénüzemű nyitott fedélzetű, roll-on/roll-off (RoRo) hajó	2024	2	n.a
		Vegyes meghajtású komp (hidrogén és biodízel, biogáz, elektromos áram), energia felhasználás 85%-a hidrogén	2025	2	4,9 milliárd NOK (€428 millió)
	Franciaország	Hidrogénüzemű önjáró folyami uszály	2023	1	n.a
	Hollandia	Hidrogén üzemanyagcellásra alakított dízel üzemű konténerhajó	2023 (1 hajó lett üzembe állítva, a másik átalakítása ebben az évben kezdődött)	2	n.a
	Németország	Hidrogénüzemű folyami tolóhajó	2024	1	€14,6 millió
		Hidrogén üzemanyagcellásra alakított plug-in hibrid komphajó	2024	3	n.a
	Egyesült Királyság	Hidrogénüzemű, fedélzet nélküli felszíni hajó (USV)	2023	1	n.a
		Hidrogénüzemű, fedélzet nélküli felszíni hajó (USV)	2028	1	n.a
	USA	75 utas befogadására alkalmas hidrogén üzemanyagcellás komphajó	2023	1	n.a
		Metanolt hidrogénné alakító technológiával rendelkező vontatóhajó	2024	1	n.a

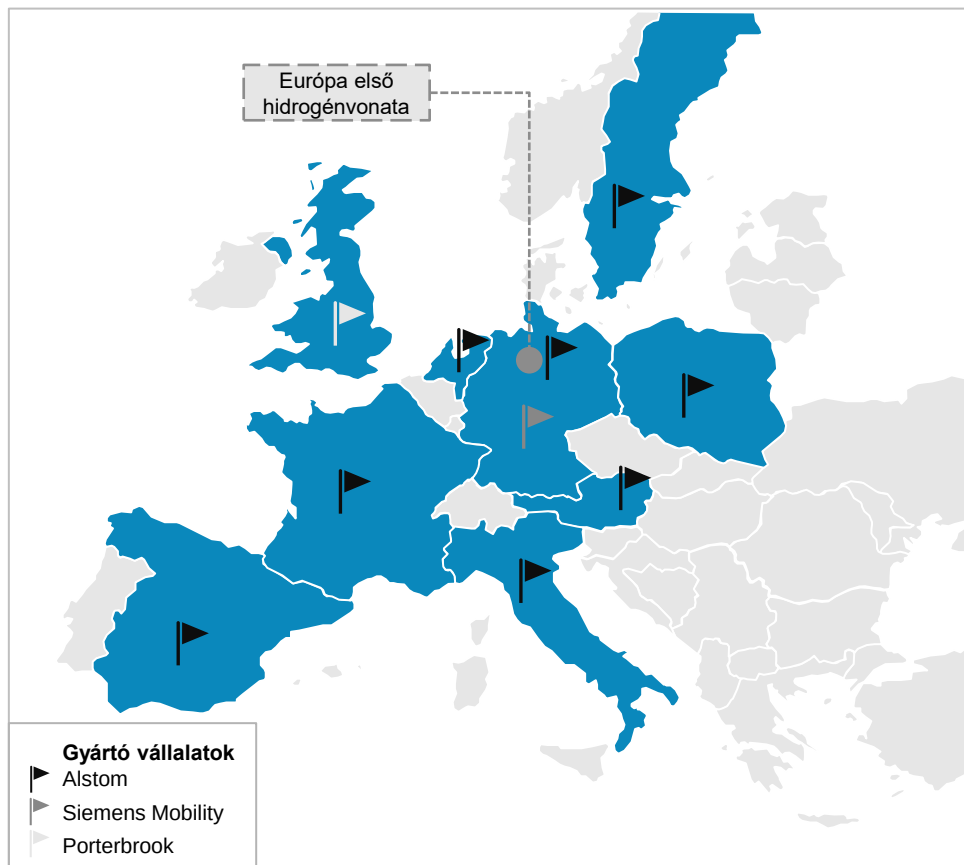
A hidrogén közlekedési projektek összegző bemutatása

Jármű	Lokáció	Jármű típus	Ütemezés (üzembe állítás)	Járművek száma	CAPEX
 Mezőgazdaság	Olaszország	NH ² ™ hidrogénüzemű traktor	2011	1	n.a
	Kína	Hidrogén üzemanyagcellás traktort	2020 (teszt)	1	n.a
	Svédország	Hidrogén üzemanyagcellás rendszer traktorhoz	2021	1	n.a
	USA	John Deere ammóniát hidrogénné alakító rendszerű traktor	2022	1	n.a
	Hollandia	Hidrogénüzemű traktor	2023	1	n.a
	Németország	Fendt hidrogénüzemű traktor	2024 (teszt kezdete)	1	n.a
	Japán	Hidrogénüzemű, üzemanyagcellás traktor	2023-2025	1	n.a
 Taxi, car-sharing	Németország	50 Hyundai ix35 üzemanyag cellás autó	2016	50	£26 millió
	Dánia	Toyota Mirai, hidrogén üzemanyagcellás taxi	2021	100	
	Egyesült Királyság	Toyota Mirai, hidrogén üzemanyagcellás taxi	2021	50	
	Franciaország	Toyota Mirai, hidrogén üzemanyagcellás taxi	2021	700	

* Teljes költségvetés, 180 taxi, bérautó és rendőrségi személyautó beszerzése Londonban, Koppenhágában és Párizsban.

A hidrogénvonatok tesztelése számos országban zajlik, pilot jelleggel utas- és teherszállításra is alkalmazzák

Hidrogén vonatok Európában – nemzetközi példák

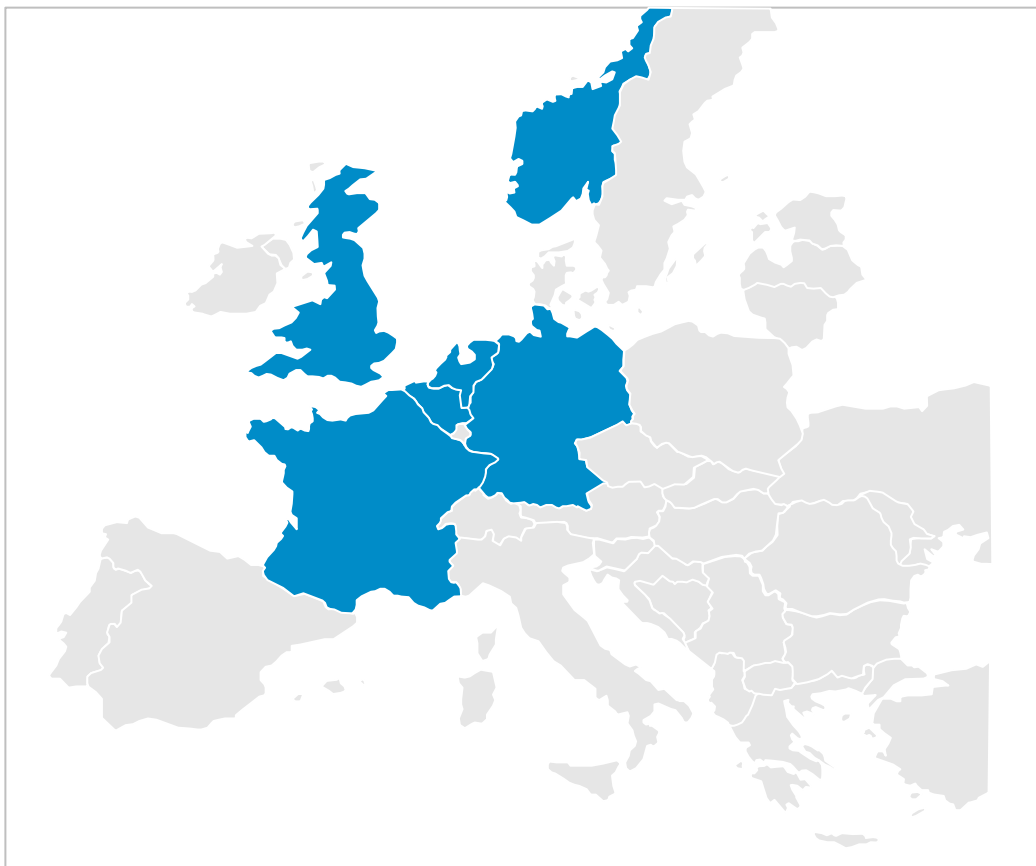


Megállapítások

- A **hidrogén megoldást kínál a vasúti közlekedés dekarbonizációjára**, leginkább azokon a területeken, ahol nehéz az villamosítás és nagyok a távolságok az akkumulátoros vonatok alkalmazásához.
- Nő az érdeklődés** a hidrogén és a hidrogénből származó szintetikus üzemanyagok tengeri és légi közlekedési ágazatban való felhasználása iránt is, bár ezek a technológiák kevésbé kiforrottak, mint a közúti és vasúti technológiák.
- A vasúti technológia kifejlesztésében, tesztelésében és üzemeltetésében **élen jár Németország**, és a technológia vezető gyártó cége, az **Alstom**.
- Tekintettel a hidrogénvonatok korlátozott mértékű elterjedésére, a vasúti hidrogénfogyasztás 2021-ben kevesebb mint 0,1 kt volt.
- A hidrogénvonatok gyártása, meglévő modellek átalakítása **költséges**, amely számos országban jelent belépési korlátot a nagyobb mértékű elterjedéshez.
- A hidrogénvonatok hajtásához **nem minden esetben használnak megújuló energiaforrásokat az előállításához**, így erős ellentmondásba kerülve a technológia környezetbarát jellegével.
- Számos ország rendelkezik hidrogénstratégiával, vannak tervek saját fejlesztésű hidrogénvonatokra, azonban ezek rendszerint kezdeti fázisban tartanak, még nincs kiforrott prototípus.
- A közeljövőben a hidrogénvonatok elterjedésére lehet számítani, ami nagyban hozzájárul a közlekedés dekarbonizációjához.

A hajózásban több kísérlet is van a hidrogén alkalmazására, több pilot is elindult az elmúlt években

Hidrogén hajók bevezetése – nemzetközi példák

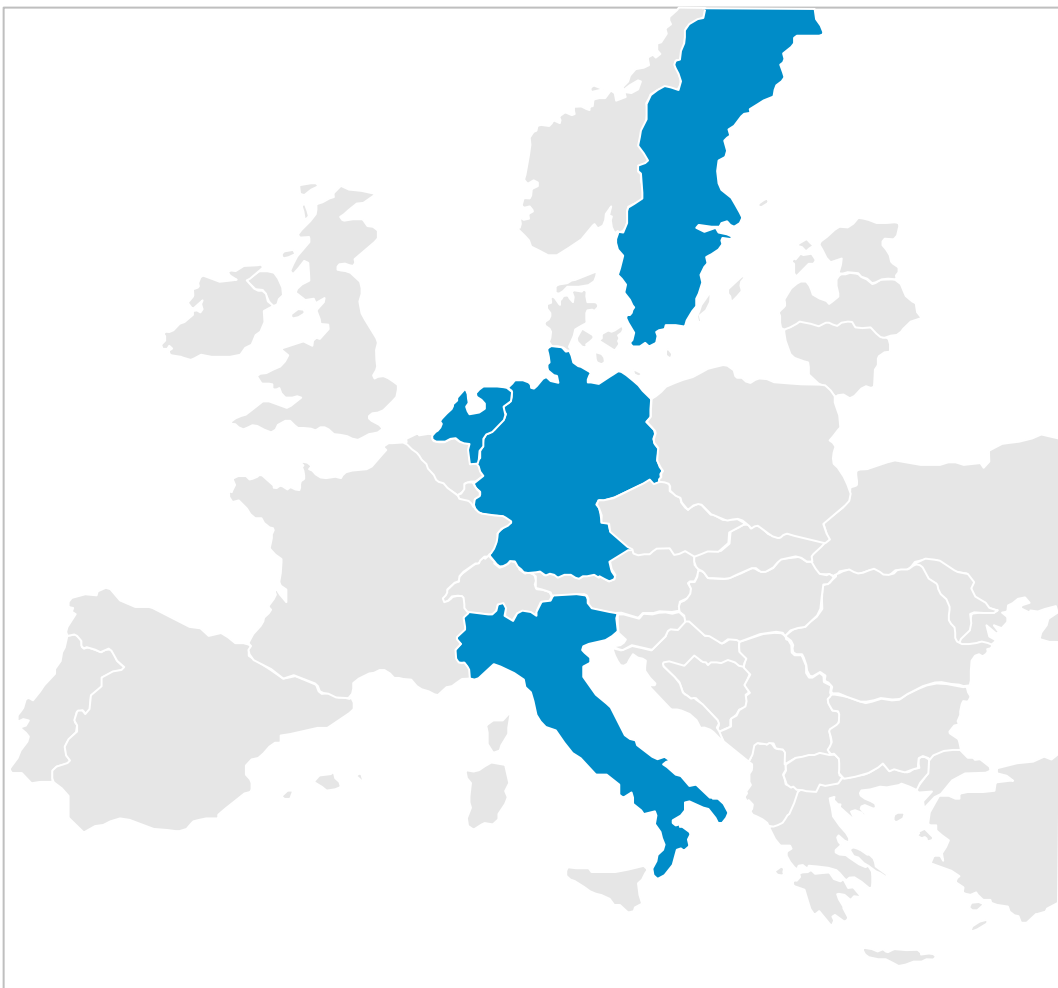


Megállapítások

- A hidrogén és a hidrogénből származó szintetikus üzemanyagok felhasználása iránt a vízi közlekedésben egyre nagyobb az érdeklődés, bár a technológiák kevésbé kiforrottak, mint a közúti és vasúti technológiák.
- Az 1970-1980-as évek óta nehézolaj helyett **dízelt alkalmaznak** a hajózásban. Katalizátoros fejlesztésekkel **korszerűsítik a kipufogó rendszereket**, azonban ezek jelentős **többlet karbantartási költségek** okoznak.
- Néhány európai kikötő bizonyos motortípusokhoz köti a hajók beengedését (zöld motorok prioritizálása)
- A belvízi folyamhajózásban bevezetett Green Award certifikáció a minél környezetbarátabb motorok előnyben részesítését hivatott értékelni, mely egyik fontos eleme lehet **az egyre növekvő LNG és bio-LNG üzemanyagok alkalmazása**.
- Jelenleg a **Finn Öbölbe és az Északi tenger területére tervezik** bevezetni az LH₂ üzemanyaghasználatot.
- Európában elsősorban Norvégiában szorgalmazzák a hajózási emisszió csökkentését (az ország célkitűzései szerint a hajózásból származó károsanyag-kibocsátást 2030-ig 50%-kal kell csökkenteni).
- Az üzemanyagcellás hajózás követelményei jelenleg még nem teszik lehetővé a kereskedelmi forgalmat. Jelenleg több európai országban is folyamatban vannak fejlesztések és **demonstrációs projektek** már léteznek, amelyek rálátást nyújtanak milyen irányban kell és lehet elindulni a fejlesztésekkel.
- Európán kívül is vannak hidrogén hajózási pilot projektek (pl. USA, Japán).
- A **hidrogén vízi közlekedésben való elterjedéséhez szükséges a hidrogén ellátási lánc fejlesztése, illetve a hidrogén árának csökkenése**. Amennyiben sikerül megvalósítani, többek között elérhető lesz a gyorsabb tankolás, a hidrogén technológia hozzá fog járulni a hajózási szektor dekarbonizációjához.

A hidrogén mezőgazdasági járművek (traktorok) bevezetésével kapcsolatos tendenciák

Hidrogén traktorok bevezetése – nemzetközi példák

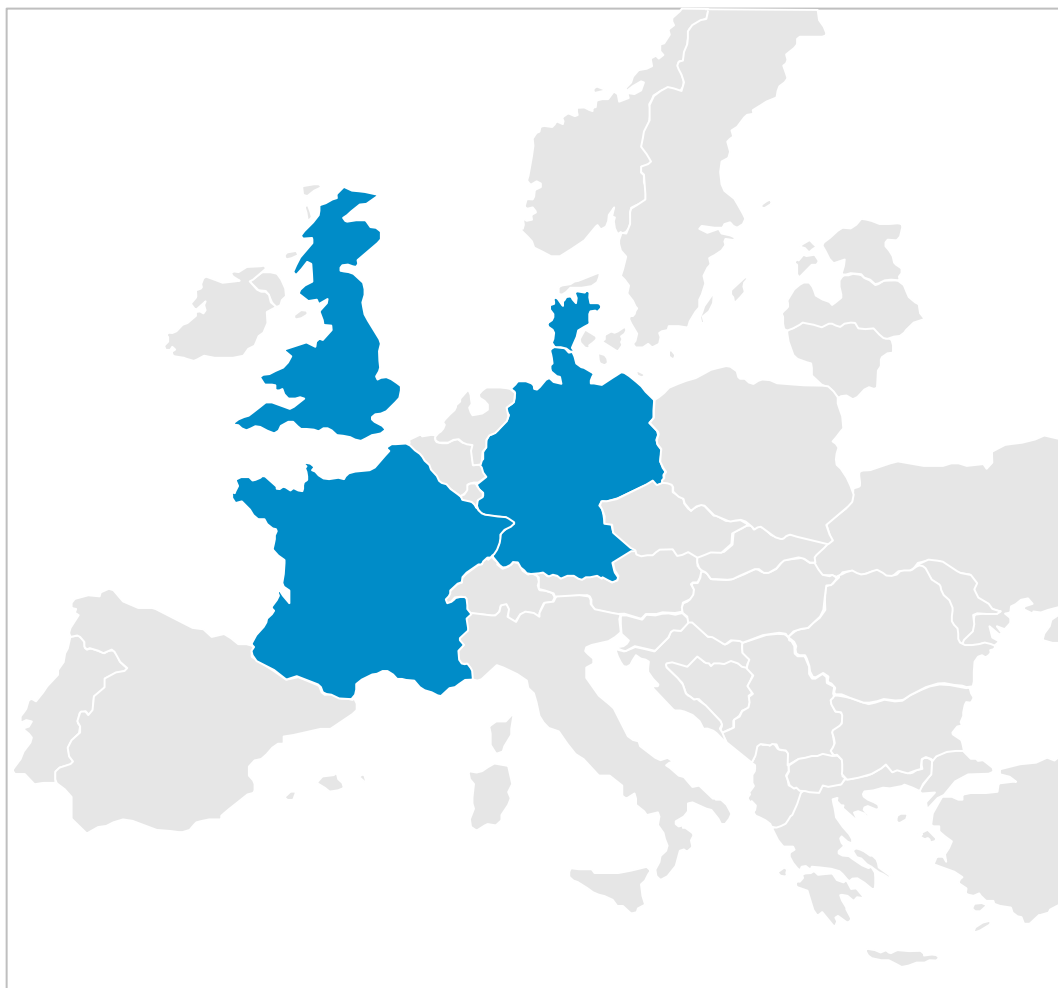


Megállapítások

- A mezőgazdasági gépek tekintetében a hidrogén technológia még gyermekcipőben jár, néhány pilot projekt indult az elmúlt években, amelyek célja a hidrogén üzemű traktorok fejlesztésével, bevezetésével kapcsolatos tapasztalatgyűjtés. A terület nagy úttörője a New Holland, mezőgazdasági cég, illetve a német Fendt vállalat.
- A nemzetközi példák alapján a hidrogén meghajtású mezőgazdasági járművek elterjedésének jelenleg **korlátot jelent a hidrogén ellátási lánc kiforratlansága**.
- A mezőgazdaságban **lehetőséget jelenthet az, ha a gazdálkodók az ellátási lánc kiforratlanságát megkerülve, helyben, maguk állítanak elő a zöld hidrogént**, megújuló energiaforrások felhasználásával. Ezek telepítése ugyan költséges lehet, de a **szabályozási és finanszírozási környezet is egyre inkább kívánja** a fenntartható törekvéseket, a károsanyag-kibocsátás csökkentését.
- A hidrogén mezőgazdasági gépek legnagyobb előnye, hogy használatukkal **csökken a gazdaság károsanyag-kibocsátása**, mivel az üzemanyagcellás gépek pusztán vízgőzt termelnek. Emellett a dízel megoldásokhoz képest halkabbak is.

A hidrogén taxik, car-sharing bevezetésével kapcsolatos tendenciák

Hidrogén taxik, car-sharing – nemzetközi példák



Megállapítások

- **2014-ben** jelent meg az első **hidrogén üzemanyag-cellás személyautó**, a Toyota Mirai.
- **2015-től** a **taxi szolgáltatások** és az **autómegosztó szolgáltatások** is **megjelent a hidrogén technológia**, köszönhetően a **Hydrogen Mobility Europe 2 (H2ME2)** és a **Zero Emission Fleet vehicles For European Rollout (ZEFER)** projekteknek (180 személyautó üzembehelyezése Londonban, Párizsban és Koppenhágában).
- 2016-tól München indult el a világ első hidrogén üzemanyagcellás autómegosztási szolgáltatása a Linde leányvállalataként.
- **Nagyon pozitívak az első tapasztalatok** a technológiával kapcsolatban, mind a **hatótáv**, mind az **üzembiztonság** (kevés meghibásodás, gyors töltési lehetőség), mind pedig az **utaselégedettség** szempontjából.
- Az eddigi tapasztalatok azt mutatják, hogy **azok a projektek sikeresek**, amelyek **hidrogén stratégián**, **hidrogén ökoszisztéma** kialakításán és a **teljes hidrogén értéklánc megtervezésén** alapultak és a **felhasználói oldalt is integrálják**, mint pl. taxi, autómegosztás, harmadik fél általi használat, logisztika stb..
- A **hidrogén töltőállomások önálló telepítése** egyelőre **nem tud eredményes** lenni az alacsony kereslet miatt (több példát is látunk arra, hogy veszteségesen üzemeltetett hidrogén üzemanyagtöltő állomást bezártak, pl. Londonban).

Tartalom

1 Vezetői összefoglaló

2 Hidrogén közlekedési tendenciák

3 Nemzetközi jó gyakorlatok - vasút

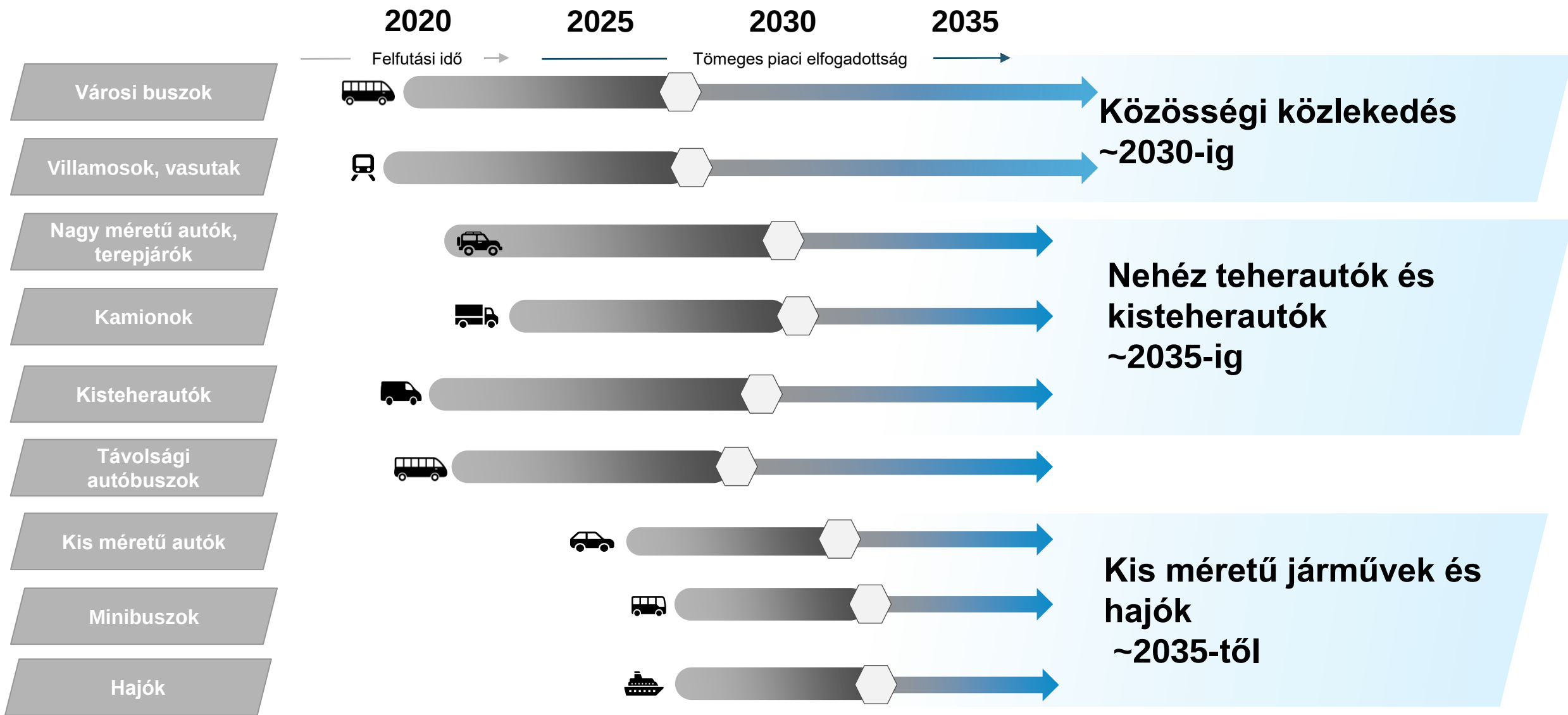
4 Nemzetközi jó gyakorlatok - hajózás

5 Nemzetközi jó gyakorlatok - mezőgazdaság

6 Nemzetközi jó gyakorlatok - taxi, car-sharing



A hidrogén járművek 10 éven belül elérik a tömeges piaci jelenlétet



A hidrogén járművek elterjedésére 5 tényezőnek van hatása

- 1 Klímavédelmi célok, szakpolitika, ESG**

Az EU-s és tagállami klímavédelmi célkitűzések, szakpolitikák, valamint a vállalatok ESG kötelezettsége, fenntarthatósági stratégiája ösztönözheti a hidrogén járművek elterjedését.
- 2 Hidrogén jármű gyártás**

A hidrogén járművek elérhetőségét a nemzetközi járműgyártók hidrogén járművek gyártásával kapcsolatos stratégiai elképzelései, céljai és annak időbeli ütemezése határozzák meg.
- 3 Hidrogén töltési lehetőségek**

A hidrogén járművek elterjedésének kulcs eleme a teljes hidrogén értéklánc és a megfelelő töltőhálózat rendelkezésre állása.
- 4 Járművek ára és üzemeltetési költsége**

A járművek vásárlását befolyásolja a hidrogén járművek ára és üzemeltetési költsége, amelynek egyik pillére a hidrogén ára és jövőben várható alakulása, a hagyományos meghajtású járművek árával és üzemeltetési költségével összehasonlításban.
- 5 Finanszírozás, pénzügyi ösztönzők**

Mivel a hidrogén járművek ára, illetve infrastruktúra igénye jelentősen meghaladja a hagyományos járművek finanszírozási igényét, elengedhetetlen kedvező finanszírozási forrás, pályázat biztosítása a hidrogén járművek beszerzésére és az infrastruktúra kiépítésére, valamint esetleges pénzügyi ösztönzők biztosítása az üzemeltetés során.

Az uniós és a hazai gyakorlatba átültetett irányelvek egyértelműen a közlekedés zöldítését célozzák és ösztönzik

Fit for 55

2035-től csak zéró helyi károsanyag-kibocsátású járművek forgalomba helyezését engedélyezik – akkumulátoros-elektromos vagy tüzelőanyagcellás-elektromos –, kivételt csak az évi 1000 autónál kevesebbet gyártók élveznek.

2025-től már legalább 25%-os villanyautó és 17%-os villany-haszonjármű részarányt írnak elő, és 2030-ra az autógyártóknak a 2021-es sinthez képest 55%-kal kell csökkenteni a flottafoyasztást, haszonjármű-gyártóknak 50%-kal.

A **kizárólag belső égésű** (fosszilis üzemanyaggal működő) motorral hajtott autók **regisztrációja 2035 után is lehetséges**, de csak abban az esetben, ha **klímasemleges üzemanyagot** (szintetikus üzemanyagot) használnak.

Tiszta jármű irányelv

A **397/2022 számú kormányrendelet** garantálja és előírja az energiahatékony, zöld járművek beszerzését az állami és önkormányzati szektorban Magyarországon.

A rendelet **minimális arányokat határoz meg az alacsony vagy nulla helyi károsanyag-kibocsátású személy- és teherautókra, városi, elővárosi autóbuszokra**. A városi buszok esetében mostantól közel minden második újonnan beszerzett busznak már az uniós rendelet szerinti tiszta járműnek kell lennie.

A **városi buszok beszerzésére** országosan vonatkozó arányok:

- 2021-2025 között: 37% tiszta üzemű, ezen belül 18,5% zéró kibocsátású (elektromos, hidrogén) jármű
- 2026-2030 között: 53% tiszta üzemű, ezen belül 26,5% zéró kibocsátású (elektromos, hidrogén) jármű

A **főváros és a megyei jogú városok** esetén szigorúbb arányokat határoztak meg:

- 2021-2025 között: 53% tiszta üzemű, ezen belül 18,5% zéró (elektromos, hidrogén) kibocsátású jármű
- 2026-2030 között: 75% tiszta üzemű, ezen belül 26,5% zéró kibocsátású (elektromos, hidrogén) jármű



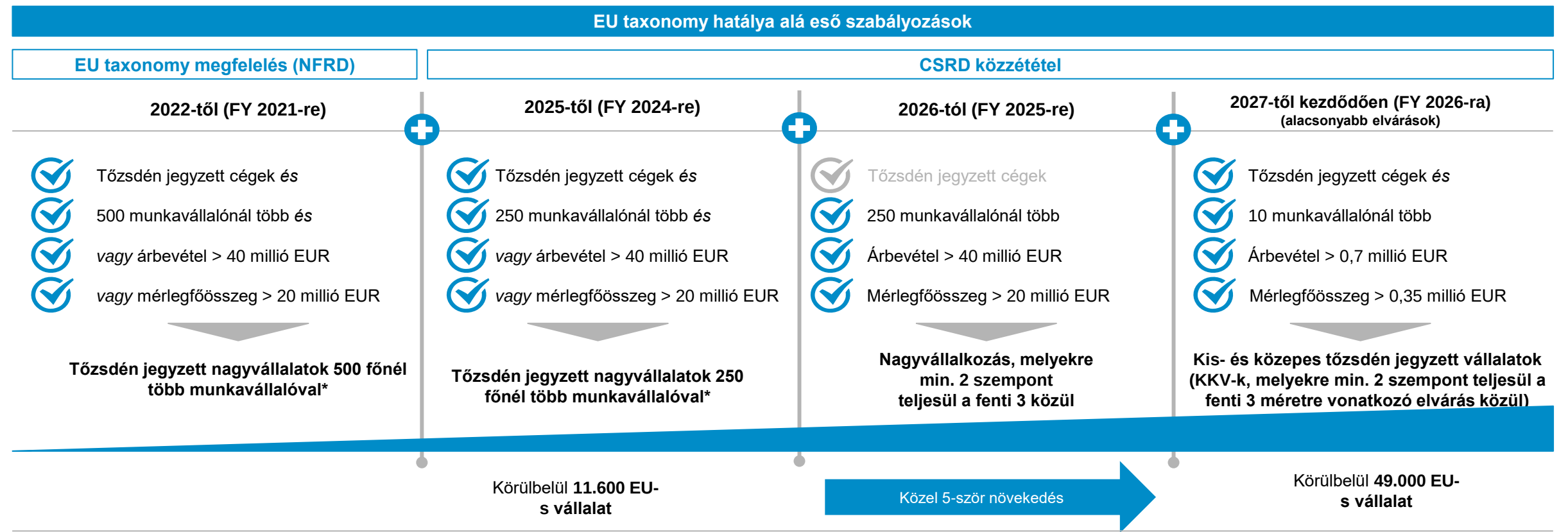
Az Európai Bizottság 2023. júliusában új jogszabályt fogadott el a tengerhajózási ágazat dekarbonizációjának előlendítése céljából

FuelEU maritime initiative

- A 2023. júliusában elfogadott új jogszabály jogbiztonságot nyújt a hajóüzemeltetők és az üzemanyaggyártók számára, és a várakozások szerint hozzájárul a fenntartható tengeri üzemanyagok nagyüzemi gyártásához, ezáltal jelentősen elősegíti az európai és globális szintű éghajlati célok elérését.
- Az új jogszabály fő célkitűzése - az EU Fit for 55 csomagjának kulcsfontosságú részeként - a megújuló és alacsony szén-dioxid-kibocsátású üzemanyagok iránti kereslet növelése és következetes használata, valamint a hajózási ágazat üvegházhatású gázkibocsátásának csökkentése, miközben biztosítja a tengeri közlekedés zavartalan működését és elkerüli a belső piac torzulásait.
- Az új jogszabály az EU 2030-ra és 2050-re kitűzött éghajlatvédelmi célkitűzéseivel igazítja a tengeri közlekedési ágazatot.
- Az új rendelet a következő főbb rendelkezéseket tartalmazza:
 - A hajózási ágazat által felhasznált tüzelőanyagok tekintetében az üvegházhatású gázok intenzitása fokozatosan csökkenjen, 2025-re 2%-kal, 2050-re akár 80%-kal.
 - Ösztönző rendszer a nagy dekarbonizációs potenciállal rendelkező, úgynevezett nem biológiai eredetű megújuló üzemanyagok (RFNBO) elterjedésének támogatására
 - Tanúsítási eljárásból a fosszilis üzemanyagok kizárása
 - A személyhajók és konténerhajók kötelezése arra, hogy 2030-tól a nagyobb uniós kikötőkben fedezzék szárazföldi energiaellátásból a teljes villamosenergia-szükségletüket a gyakran sűrűn lakott területek közelében lévő kikötők légszennyezésének csökkentése érdekében
 - Egy önkéntes pooling-mechanizmus, amelynek keretében a hajók egy vagy több másik hajóval közösen teljesíthetik a követelményeknek való megfelelést. A poolnak - összességében – kell teljesítenie az üvegházhatású gázok intenzitására vonatkozó határértékeket.
 - Időkorlátos kivételt képeznek a legkülső régiók, a kis szigetek és az összeköttetésüktől gazdaságilag nagymértékben függő területek
 - A rendelet végrehajtásából származó bevételeket ("FuelEU-bírságok") a tengeri ágazat szén-dioxid-mentesítését támogató projektekre kell fordítani, fokozott átláthatósági mechanizmussal.
 - A rendelet végrehajtásának nyomon követése a Bizottság jelentéstételi és felülvizsgálati eljárásán keresztül

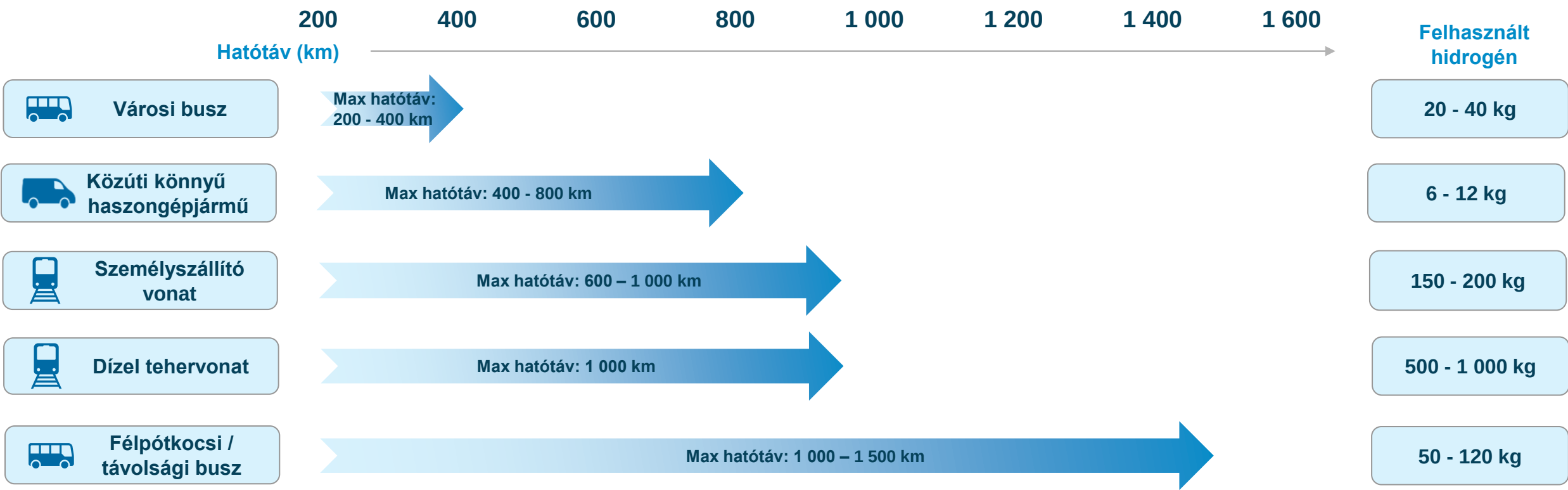


Az EU Taxonómia alkalmazását már 2022-ben meg kellett kezdeni, mely folyamatosan további elvárásokkal egészül ki



*Továbbá a bankokra és biztosítókra, az állam által közérdeklődésre kijelölt vállalatokra és pénzügyi termékeket rendelkezésre bocsátó pénzügyi piaci szereplőkre is vonatkozik

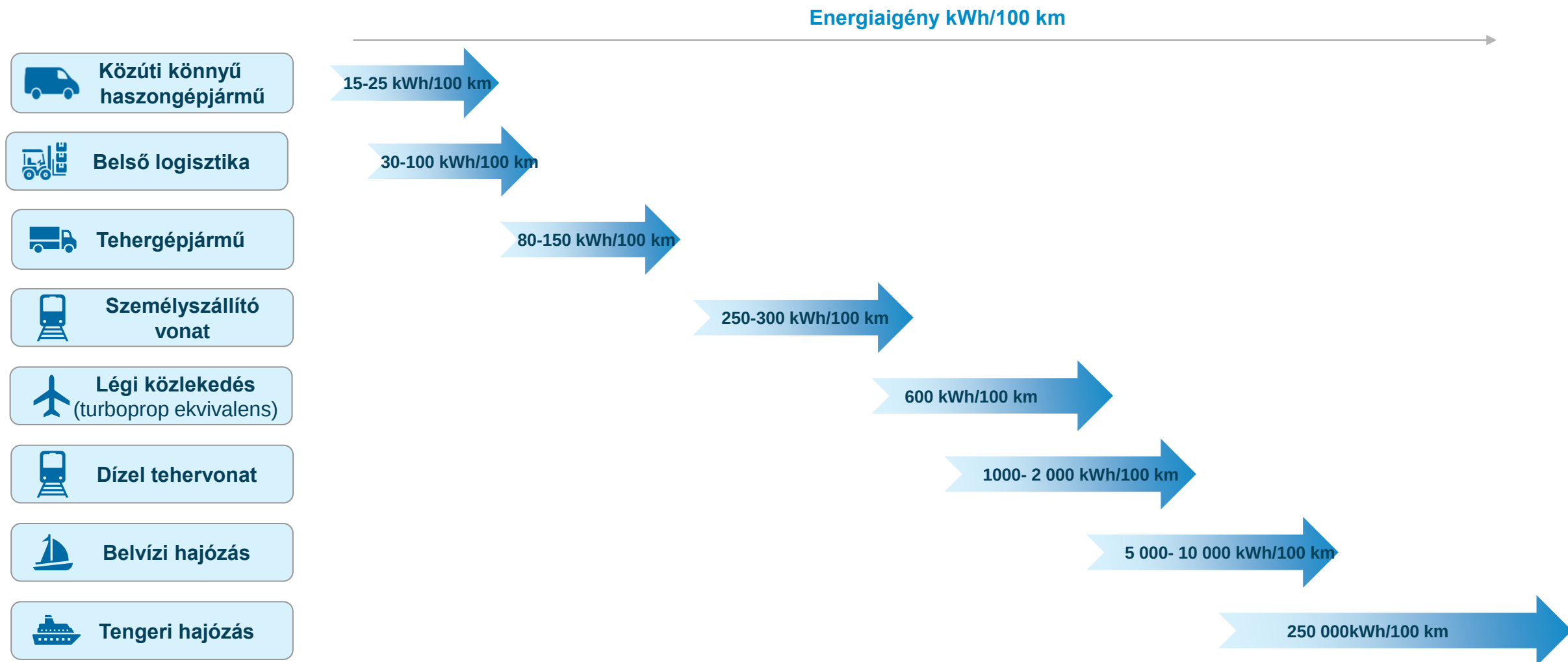
Az a cél, hogy a hidrogén járművek hatótávban és energiaigényben is elérjék a dízel járművek hatékonyságát



Jellemzők:

- Úthoz kötött költségigény
- 1 kg H2 nagyjából 4 l dízelnek felel meg. 1,8 EUR/ l diesel kb 7,2 EUR / kg hidrogénnel egyenértékű.
- Valamint nem szabad elfelejtenni a CO2 tanúsítvány árairól (évente 100-150 tonna)

Az a cél, hogy a hidrogén járművek hatótávban és energiaigényben is elérjék a dízel járművek hatékonyságát



Legnagyobb vonatgyártó cégek hidrogén hajtású vonatai



CRRC Corporation Limited bemutatta a legerősebb hidrogénhajtású motor 2023 nyarán. A CRRC becslése szerint a hidrogénvonatok a Kínában üzemelő 7800 dízelmozdony akár 90%-át is helyettesíthetik, amelyek az ország flottájának 36%-át teszik ki. Kína 2030-ra 1 millió hidrogén üzemanyagcellás járművet és 1000 hidrogén-töltőállomást kíván létrehozni.



A jelenlegi becslések szerint Európában minden ötödik vonat fog közlekedni hidrogén vontatással 2030-ra. Az Alstom elkötelezte magát a közlekedés szén-dioxid-semlegességének támogatása mellett, és három irányvonal mentén fogadta el az „Éghajlat- és energiaátállási stratégiát”:

- az energiahatékony elektromos vasúti megoldások portfóliójának középpontjába helyezése;
- a fenntartható mobilitási megoldásokra való átállás lehetővé tétele;
- működésének dekarbonizálása.



A Siemens Mobility Bajorországban elvégzi az első próbaüzemet hidrogénvonattal 2023 őszén. Célunk, hogy 2040-re véget vessünk a bajorországi helyi és regionális vasúti személyszállításban a dízel üzemelésnek. Az útvonalak villamosítása és az akkumulátoros vonatok használata mellett a hidrogénhajtás fontos tényező lehet e cél elérésében.



Az új hidrogén-üzemanyagcellás villamos a Hyundai Rotem első kereskedelmi hidrogén-üzemanyagcellás modellje, és része a szén-barát vasútra vonatkozó nagyobb terveinek. A vállalat jelenleg egy hidrogénüzemű vonat tervezésének korai szakaszában van, amely 180 km/órás sebességgel fog közlekedni. **Az új modell várhatóan 2027-ben készül el.**



A Toyota megkapta a Zero Emission Powertrain (ZEP) végrehajtási megbízást a California Air Resources Boardtól (CARB) új, nagy teherbírású üzemanyagcellás elektromos hajtásláncára



Accelera célja, hogy a már lefektetett vágányok miatt üzemanyagcellás rendszereik a világ első hidrogénüzemű vonatkörét hajtják. Ezek az első hidrogénvonatok utasforgalomban, és több százezer kilométeres pályát fednek le.

Legnagyobb hajógyártó cégek hidrogén hajtású hajókkal kapcsolatos törekvései



A Hyundai Heavy Industries (HHI) 2022-ben legyártott egy LNG/hidrogén hibrid motort, ami a teljesítményszteken át is ment és Tier 3-as besorolást kapott (Legmagasabb osztályzat). A Hyundai Heavy Industries Group azt tervezi, hogy a jövőben folytatja az LNG/hidrogén hibrid motorokkal kapcsolatos kutatást és fejlesztést, 2023-ig befejezi egy nagyobb hidrogén arányú hibrid motor fejlesztését, 2025-ben pedig egy komplett hidrogénmotor kifejlesztését. 2030-ra egy teljes hidrogén értéklánc kifejlesztést tervezik, ami magába foglalja a hajóépítést és a szállítást is.



China State Shipbuilding Corporation (CSSC) 2022 novemberében indultak el fejlesztési projektek, aminek célja, hogy kifejlesszenek hidrogén motorokat. Ez összhangban van azzal a törekvéssel, hogy 2060-ra széndioxid –semlegesség felé vezető úton.



Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering (DSME) 2022-ben más cégekkel együttműködve elindítottak egy kutatási projektet, aminek a célja, hogy a nagy mennyiségű hidrogént lehessen szállítani hajókon. A cél, hogy 2025-re kereskedelmi forgalomba hozzák ezeket a hajókat.



Samsung Heavy Industries (SHI) 2022-ben jóváhagyást kapott egy 20000 köbméteres cseppfolyósított hidrogén hordozó tervezésére.



Meyer Werft már elkezdte a cég megtervezni és kidolgozni az első hidrogénmeghajtásos hajót. Ennek gyártási határideje 2025.

Legnagyobb traktor gyártó cégek hidrogén hajtású traktorai



Fendt bemutatta a hidrogén-üzemanyagcellás hajtású traktor első prototípusát Németországban.



A Cummins mint globális motorgyártó és beszállító természetesen kiemelt szerepet kíván vállalni a hidrogénüzemű motorok elterjedésében mint lehetséges alternatíva, noha a Cummins is rendelkezik már akkumulátor- és üzemanyagcella-gyártó kapacitással is.



A Deutz jelenlegi motorkínálat igen sokrétű, és az egyik fő terület az agár- és építőipari gépekhez való típusok. A hidrogénüzemű motor prototípusa a TCG 7.8 H2 jelölést kapta, amely a TDC-szériás, 7,8 literes, soros hatos turbódízel alapjaira épült, és az off-highway (agrár és építőipari) alkalmazásokból való. A Deutz célja, hogy ezen szegmens, alkalmazások karbonsemlegesek legyenek globális szinten, és 2024-től sorozatgyártásba kívánják tenni ezt a motort, 200 kilowattos (272 LE) teljesítménnyel.



Bár a Man az elmúlt években előtérbe kerültek a tisztán elektromos, valamint üzemanyagcellás meghajtások is, ettől függetlenül mint lehetséges zéró emissziós alternatíva bemutatatták a legújabb hidrogénüzemű motorjukat. Nem titok, kisebb a helyigény, könnyebb és olcsóbban gyártható, szervizelhető konstrukció.

A hidrogén autók több mint 90%-át jelenleg két autógyártó adja, a Toyota és a Hyundai



A Toyota Mirai volt az első hidrogénüzemű tömeggyártású autók között, amelyek 2014-ben megjelentek az utakon. 2022-ben a Toyota 2094 Mirait adott el. 2022 decemberében a Toyota bejelentette, hogy tervezi a legkelendőbb Hilux pickup hidrogén-üzemanyagcellás változatának kifejlesztését. A Toyota 2021 decemberében mutatta be a GR Yaris H2-t, egy fejlett hidrogénüzemű koncepcióautót. A hidrogénüzemanyagot elektromos árammá alakító Mirai-tól eltérően a GR Yaris H2 hidrogént használ éghető üzemanyagként, ami hagyományos belsőégésű motoros élményt nyújt.



A Hyundai Motor Company az első üzemanyagcellás SUV- val dobta a kalapját a hidrogéngyűrűbe. 2018-ban a dél-koreai járműgyártó bemutatta a NEXO Fuel Cell-t. Immár ötödik gyártási évében a Hyundai NEXO több mint 14 millió mérföldnyi járműkibocsátást segített kiküszöbölni. A Hyundai N Vision 74 egy hidrogén hibrid koncepció.



A BMW már egy ideje részt vesz a hidrogénautózásban, olyan korábbi projektekkel, mint az i Hydrogen NEXT koncepcióautó és az 1-es sorozatú üzemanyagcellás hibrid elektromos járművek. De 2021-ben a német autógyártó bejelentette következő fókuszát: a BMW X5 teljesen hidrogénes változatát. A BMW iX5 Hydrogen pilot flottája most az utakon van próba- és bemutató céljából.

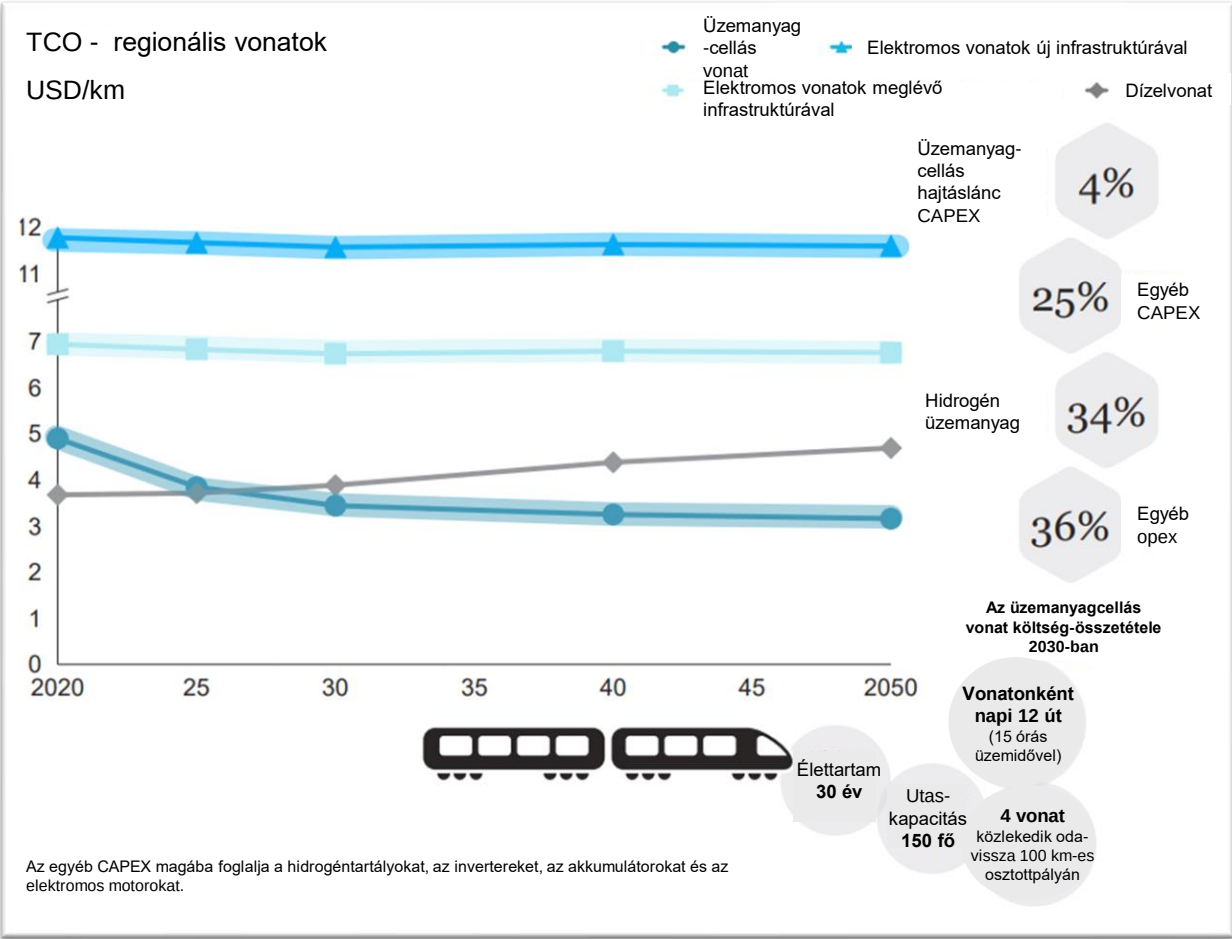


A Hondától nem idegenek a hidrogénüzemanyagcellás járművek. 2017 és 2021 között a japán autógyártó cég eladta Clarity modelljének hidrogénüzemű változatát, mielőtt a csillogó eladások miatt leállította volna a gyártását. Az autógyártó azt tervezi, hogy 2024-től kezdődően üzemanyagcellás járművek gyártását kezdi meg az államokban egy plug-in hibrid CR-V- vel.



A Renault olyan hidrogéntekológiát alkalmazó autót fejleszt, amely nem üzemanyagcella és villanyhajtás kombinációjával, hanem a hidrogén belső égésű motorban való elégetésével fog üzemelni. A hidrogén elégetésekor csak víz keletkezik, egyedül a minimális mennyiségű égésterbe kerülő kenőanyagból keletkezik majd károsanyag.

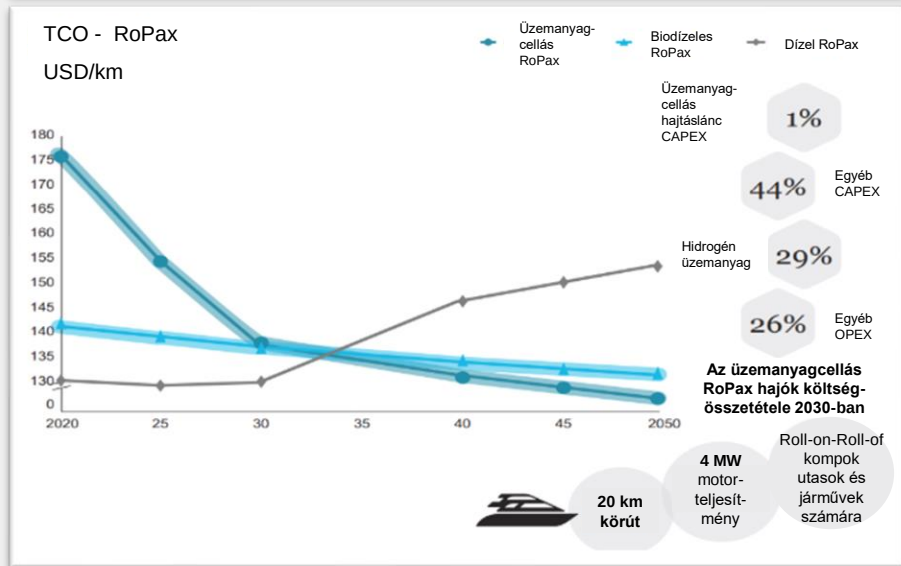
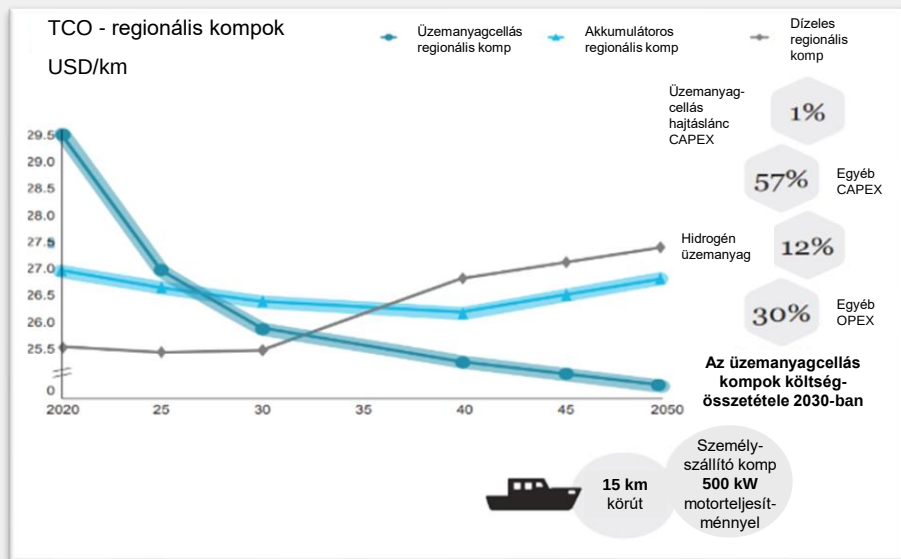
A vonatok esetében a TCO egyik legnagyobb százalékát a hidrogén üzemanyag teszi ki



Megállapítások

- Az **üzemanyagcellás technológia erős alternatívát jelenthet** a regionális vonatok számára az elektromos felsővezetékes vonatokkal szemben azokon a területeken, **ahol nincs meglévő felsővezeték kiépítve**.
- A dízelüzemű vonatokkal szembeni versenyképességhez azonban akár 120 szén-dioxid-tonnánkénti CO2e költségre van szükség, a régiótól, valamint a hidrogén és a dízelüzemanyag összehasonlító költségétől függően.
- A **hidrogénvonatok középtávon** akár **megközelíthetik a költségaritást a dízel vonatokkal szemben**, miközben a szén-dioxid kibocsátásuk 0-ra csökken.
- Az **üzemanyagcellás rendszer a vonat TCO-jának 3-5%-t teszi ki**, ami megfelel a beszerzési költség 10-15%-ának.
- A **hidrogéntartály** körülbelül a **TCO 3-5%-ért felelős**.

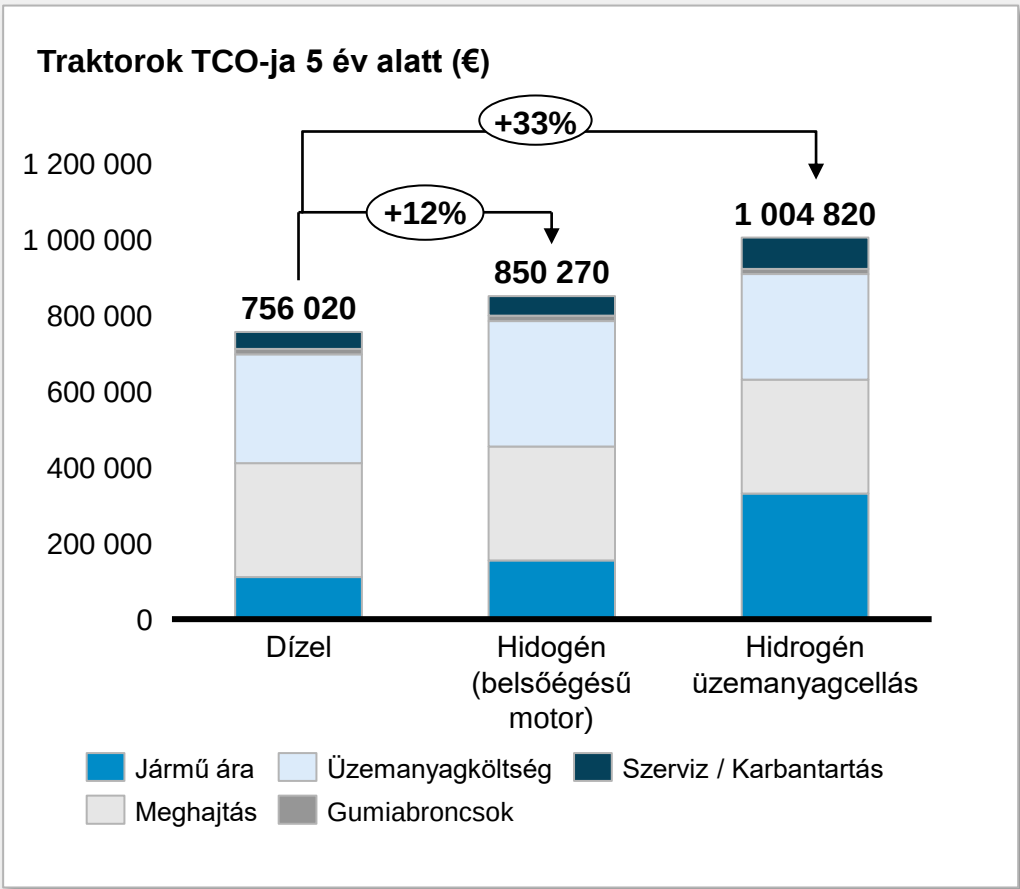
A hidrogén üzemanyagcellás technológia a kompok esetében lehet versenyképes



Megállapítások

- Mivel az **üzemanyag nagy jelentőséggel bír a hajó üzemeltetője számára**, a költségcsökkentés nagy részét az alacsonyabb költségű hidrogén üzemanyag teszi ki, amely több mint a költségcsökkenés több mint 90 százalékát 2030-ig.
- Ahhoz, hogy a hidrogén-szállítás gazdaságilag megvalósíthatóvá váljon, az **iparnak bővítenie kell infrastruktúráját, hogy közép- és hosszú távon elérje a folyékony földgáz (LNG) jelenlegi szintjét**.
- A **hidrogén 2030 előtt lehet versenyképes az elektromos kompokhoz viszonyítva**, mivel az utóbbihoz drága, nagyméretű akkumulátorokra, valamint a kapcsolódó töltési infrastruktúrára van szükség.
- A versenyképesség eltérő a meglévő infrastruktúra, a villamos energia és a hidrogén üzemanyag költsége, valamint olyan működési tényezők, mint a távolság és a hajózási menetrend miatt.
- A **hidrogénnel működő személyszállító kompok** különösen **versenyképesek** ott, ahol **a kikötési idő rövid, és nincs elég idő az akkumulátor töltésére**. Ilyen helyzetekben a kompüzemeltetőnek további akkumulátoros elektromos hajókat kell vásárolnia a szükséges szolgáltatási szint fenntartásához, ami majdnem megduplázza a TCO-t.
- Az **üzemanyagcellás komphajók** ott is vonzó **alternatívát jelentenek, ahol a hálózati kapcsolat gyenge, vagy jelentős fejlesztéseket igényel a hajóakkumulátor gyors töltésének lehetővé tétele érdekében, vagy szárazföldi akkumulátort igényel** a hajó töltéséhez.
- A **hosszabb távú hajózás, mint például a nagy konténerhajók esetében az ammónia üzemanyag kedvezőbb megoldást jelenthet**. Ez a megoldás általában egy módosított motorral jár, amely hasonló a mai technológiához hasonló, de összességében kevesebb módosítást igényel, mint az üzemanyagcella használata.
- A folyékony halmazállapotú hidrogén használata elméletileg szintén lehetséges, azonban viszonylag alacsony, literenként 2,4 kilowattóra/litert kitevő energiasűrűsége miatt (kWh/l), szemben az ammónia 3,5 kWh/l-es értékével, valószínűleg kevésbé vonzóvá teszi.

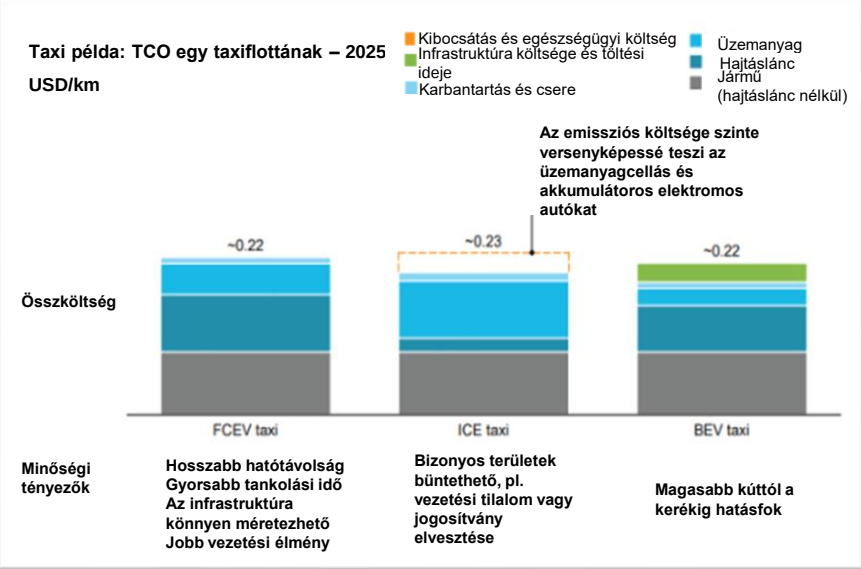
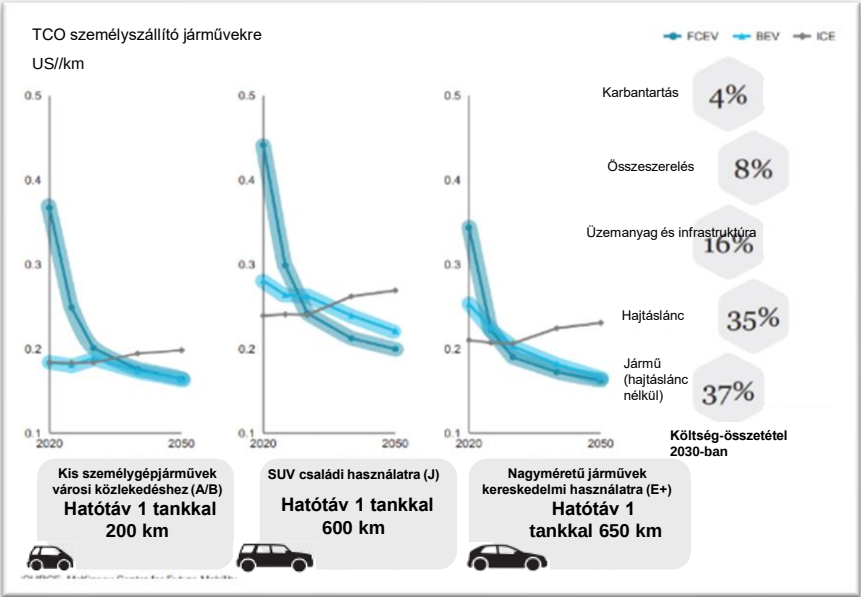
Az üzemanyagcellás traktorok esetében a magas járműárat az alacsonyabb karbantartási és üzemeltetési költségek tudják ellensúlyozni



Megállapítások

- Jelenleg a hidrogén **üzemanyagcellás traktorok prototípus szinten vannak** és ezáltal nincsenek hosszú távú üzemeltetési tapasztalatok e járművekről. Ezért a diagram becsléseket mutat be az üzemanyagcellás traktorok TCO-ja tekintetében.
- Az előrejelzések szerint a hidrogén **üzemanyagcellás traktorok esetében magasabb a rendszer hatékonysága**, illetve **alacsonyabb karbantartási és üzemeltetési költségek merülnek fel, amelyek ellensúlyozzák a magas CAPEX költségeket**.
- Az ábrán is látható, hogy magának a járműnek az ára nagyban eltér a különböző meghajtási rendszerű traktorok esetén.
- A hidrogén meghajtású traktorok TCO-ja az externális hatások nélkül jelentősen magasabb, mint a dízel meghajtású traktoroknak.
- Az üzemanyagköltség a jelenleg ismert hidrogén árán alapszik, ám ha több jármű is hidrogént kezd el üzemanyagként használni, akkor nagyobb mennyiségben lesz rá szükség, ami nagy mértékben befolyásolja majd a hidrogén árát.
- A belső égésű motorral rendelkező hidrogén üzemanyagot használó traktorok a dízelekhez képest sokkal tisztább kipufogócsövet kínálnak – szinte nincs szénhidrogén-/CO-kibocsátás, és nagyon kevés (olajból származó) részecske van jelen.

A hidrogénüzemanyagcellás személygépjárművek a flotta alkalmazások számára vonzó alternatívát jelentenek

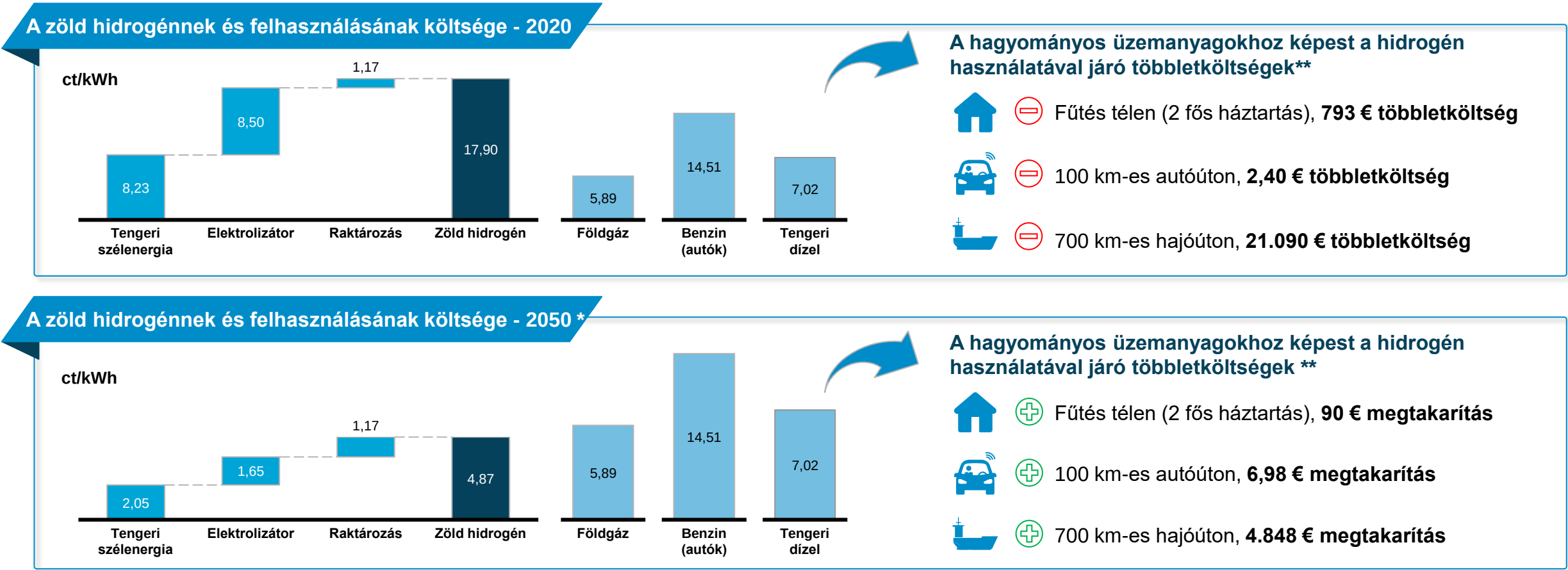


Megállapítások

- Figyelembe véve a kibocsátás valódi költségét a társadalom számára, ideértve a CO2-kibocsátást és a helyi kibocsátás egészségügyi hatását, az üzemanyagcellás járművek bizonyos esetekben már most is kedvezőek.
- A **taxik esetében az FCEV-k már 2025-re alacsonyabb összköltséget rónak a társadalomra**, mint a belsőégésű járművek, még akkor is, ha figyelembe vesszük a jelenleg még mindig magas hidrogén-utántöltési költségeket és a járműgyártás alacsony léptékét.
- Az **üzemanyagcellák a legvonzóbbak a flotta-alkalmazások számára**, és költségük 2025 körül kiegyenlítődik az akkumulátoros elektromos autókhoz képest.
- Ma az **üzemanyagcellás jármű alkatrészei** (pl. üzemanyagcella, hidrogéntartály, akkumulátor) **a jármű TCO-jának mintegy felét teszik ki**, míg a hidrogénüzemanyag a költségek nagyjából 25 százalékát teszi ki. **2030-ra** ezek az alkatrészek a TCO körülbelül 30 százalékát, a hidrogénüzemanyag pedig körülbelül 15 százalékát teszik ki, a **teljes TCO pedig akár 50 százalékkal is csökkenhet**.
- 2025-re a szennyező járműveket büntető helyi szabályozások beleszámításával, az hidrogén üzemanyagcellás járművek esetében a legalacsonyabbak a költségek. **Szabályozási támogatásra van szükség, akár a szén-dioxid-mentesített alternatívák vonzóbbá tételéhez, akár a hagyományos szennyező alternatívák szankcionálásához.**
- A **flották** abban különböznek a magánembereknél lévő személygépjárművektől, **hogy jellemzően zárt, dedikált infrastruktúrát használnak**, ami „garantálja” a berendezések magas kihasználtságát, és így csökkenti a tankolásonkénti költséget.
- Az akkumulátoros elektromos autók (BEV) esetében a flottaműveleteknél a méretgazdaságosság korlátokba ütközik, mivel egy töltő egy adott időkereten belül csak véges számú jármű kiszolgálására képes, azaz az újratöltési idők potenciális korlátot szabnak a BEV-flották számára, ami azt jelenti, hogy az FCEV-ekhez képest több járműre lenne szükségük.

A zöld hidrogén árának alakulása nyereséges felhasználási lehetőségeket vetít előre

A zöld hidrogén árának várható alakulása (a hagyományos üzemanyagok mai áraival összehasonlítva)



Közdíjak és illetékek nélkül * Feltételezés: A hagyományos üzemanyagárak változatlanok** Nem merülnek fel telepítési vagy utólagos felszerelési költségek

A 2020-2050-es időtávon a zöld hidrogén esetében az egész időszak alatt csökkenés várható, értéke 2030-ra **jelentősen** csökkenhet, így már felveheti a versenyt a fosszilis alapon előállított kék és szürke hidrogén árával. Értékesítési ár: **13-10 EUR/kg**, 2025-re előrejelzés: **8-6 EUR/kg**.

Jelenleg elérhető Európai Unió pályázati források

 RRF (2021-2027)	 Horizon Europe (2021-2027)	 Innovation Fund (2021-2027)	 RepowerEU
- A Recovery and Resilience Facility (RRF) célja a COVID-19 válság gazdasági és társadalmi hatásainak enyhítése, valamint az európai gazdaságok és társadalmak fenntarthatóbbá, rugalmasabbá és jobban felkészültebbé tétele a zöld és digitális átmenet kihívásaira és lehetőségeire. - Az RRF 337,97 milliárd euró összegű támogatást és 385,85 milliárd euró összegű kölcsönt biztosít. - A Bizottság hidrogén-fejlesztés szempontjából az alábbi területeken támogat beruházásokat: European Flagship PowerUp: a tiszta technológiák és a megújuló energiaforrások támogatása, elektrolízis-kapacitás kiépítése, megújuló hidrogén előállítása és szállítása European Flagship Recharge and Refuel: fenntartható közlekedés és töltőállomások (pl. vízi közlekedés, buszok, tömegközlekedés) támogatása. E területek közé tartozhatnak a hidrogéntöltő állomások támogató projektek, amelyek tisztábbá teszik az európai városokat és régiókat, és felgyorsítják az ipari átmenetet. - Az RRF keretén belül támogatható projektek például az alábbiak: - K+F/demonstrációs projektek (pl. teljes hidrogénáramkörök létrehozása a zöld hidrogén előállításából) - Közlekedés: különböző közlekedési módok - üzemanyagcellás járművek, hidrogénbuszok és -vonatok, töltő- és feltöltőpontok berendezései	- A Horizon Europe az EU legfontosabb kutatási és innovációs finanszírozási programja, célja az éghajlatváltozás elleni küzdelem, valamint az EU versenyképességének és növekedésének ösztönzése. - A program II. és III. pillére különösen az alacsony szén-dioxid-kibocsátású ipari alkalmazások és az áttörést jelentő technológiák - köztük a hidrogén – bevezetését támogatja. - A program II. pillérének keretösszege 53,5 milliárd euró. E pillér célja, hogy a körforgásos és alacsony szén-dioxid-kibocsátású iparra való áttállás előmozdítása. - A III. pillér keretösszege 10 milliárd euró. Célja az innováció valamennyi formájának előmozdítása, beleértve a nem technológiai innovációt is, a technológiai fejlesztés, a demonstráció és a tudásátadás megkönnyítése. - A Horizon Europe számos hidrogénnel kapcsolatos intézkedést támogat (pl. prototípusok fejlesztése, tesztelése, piaci bevezetése). - A II. pillér "Éghajlat, energia és mobilitás" klasztere különösen fontos a hidrogéntevékenységek szempontjából, a hozzá tartozó Tiszta Hidrogén Partnerséggel, amelyen keresztül a közlekedési alkalmazásokra 98 millió euró keretösszegű támogatás érhető el.	- Az Innovációs Alap a világ egyik legnagyobb finanszírozási programja az innovatív, alacsony szén-dioxid-kibocsátású technológiák bemutatására. A program keretösszege 20 milliárd euró. - Az Innovációs Alapon keresztül az EU kibocsátáskereskedelmi rendszeréről szóló irányelv I. mellékletének hatálya alá tartozó energiaigényes ipari ágazat projektjeit támogatja (pl. szén-dioxid-intenzív termékeket helyettesítő megoldások; megújuló energia; energiatárolás; szén-dioxid-leválasztás és -tárolás (CCS); szén-dioxid-leválasztás és -felhasználás (CCU)). - Célja, hogy megfelelő pénzügyi ösztönzőket teremtsen a projektek számára, hogy az EU alacsony szén-dioxid-kibocsátású átmenetéhez szükséges technológiák következő generációjába fektessenek be. - A program támogatja a kereskedelmi demonstrációt, amelynek célja az Európa szén-dioxid-mentesítését célzó ipari megoldások piaci bevezetése, és támogatja a klímasemlegességre való áttérést. - A program a projektek során felmerülő költségek 60%-ára nyújt támogatást. - Az Innovációs Alapból jelenleg 100 millió eurót különítettek el az InvestEU számára, hogy a zöld átmenet terméken keresztül pénzügyi eszközök (azaz hitelviszonyt megtestesítő vagy részvényjellegű adósságok) formájában nyújthassanak támogatást.	- A REPowerEU támogatja a zöld energiára való áttállást. - A program a Fit for 55 csomag teljes körű végrehajtására épül. A csomag azt a célt tűzi ki, hogy 2030-ra legalább -55%-os nettó üvegházhatásúgáz-kibocsátást, 2050-re pedig az európai zöld megállapodással összhangban klímasemlegességet érjen el. - A Recovery and Resilience Facility (RRF) a REPowerEU fő finanszírozási forrása. A REPowerEU programot elsősorban a fennmaradó hitelekkel finanszírozzák, amelyek összege 225 milliárd EUR. - A támogatások finanszírozását - legfeljebb 20 milliárd EUR összegben - az Innovációs Alap (60%) és a kibocsátáskereskedelmi rendszer (ETS) kibocsátási egységeinek értékesítése (40%) biztosítja. - A REPowerEU számos fejlesztéshez nyújt támogatást, többek között az alábbiakat: - energia infrastruktúra fejlesztését célzó projektek - a megújuló energiaforrások részarányának növelése és elterjedésének felgyorsítása. - a belső és határokon átnyúló energiaátvitel és -elosztás szűk keresztmetszeteinek kezelése, ezáltal a kibocsátásmentes közlekedés és infrastruktúrájának támogatása, beleértve a vasutat is. - a villamosenergia-tárolás támogatása

Megvalósult projektek Európai Unió pályázati forrásai



Vasút



- A Tiszta Hidrogén Partnerség egy olyan köz- és magánszféra közötti partnerség, amely Európa-szerte támogatja a hidrogéntekológiákkal kapcsolatos kutatási és innovációs tevékenységeket, és amely a 2021-2027 közötti időszakban összesen 1 milliárd eurót kap az Európai Uniótól, és további 1 milliárd euró magánbefektetésből is származhat.
- A rendelkezésre álló keretösszegeből a közlekedési ágazat 25,5 millió euró támogatásból részesül



Hajózás



- A FLAGSHIPS projekt célja új szintre emelni a kibocsátásmentes vízi közlekedést két, kereskedelmi forgalomban üzemeltetett hidrogén üzemanyagcellás hajó üzembe helyezésével.
- A FLAGSHIPS projekt a Tiszta Hidrogén Partnerségtől kapott támogatást. A projekt összesen 7 millió eurós büdzsével rendelkezik
- A projekthez 11 partner csatlakozott.



- Az Interreg Északi-tengeri Régió 2021-2027 program a zöld és fenntartható jövő érdekében finanszírozza a határokon átnyúló együttműködést.
- A program az Interreg része, amely az Európai Unió egyik fő kohéziós politikáját támogató finanszírozási eszköze.



Mezőgazdaság



- A HyPERFarmn (2022) célja a fosszilis tüzelőanyagok felhasználásának erőteljes csökkentése a mezőgazdaságban.
- A szén-dioxid-mentesítés elérésért a projekt azokat az energiatermelési és felhasználási megoldásokat kereste, melyek adoptálásával a gazdálkodók nagyban csökkenthetik a fosszilis tüzelőanyagok felhasználását.
- A projekt a gyakorlatban 3 helyszínen valósult meg, 5 millió eurós támogatással.



- Az European Clean Hydrogen Alliance támogatja a tiszta hidrogéntekológiák 2030-ig történő nagymértékű bevezetését azáltal, hogy összefogja a megújuló és alacsony szén-dioxid-kibocsátású hidrogéngyártást, az ipari, mobilitási és egyéb ágazatokban jelentkező keresletet, valamint a hidrogénszállítást és elosztást.
- Célja a beruházások, és a tiszta hidrogén előállítás-felhasználás ösztönzése.
- A projekt finanszírozását az EU bank támogatja, melyre jelentkezni 2022. áprilisáig lehetett.



Taxi, car-sharing



- A H2ME1 projekt (2015-2020) növelte az üzemanyagcellás elektromos járművek (FCEV) számát, és egy páneurópai hidrogéntöltőállomás-hálózat létrehozását is elősegítette (300 járművel és 29 töltőállomással).
- A H2ME2 projekt (2016-) célja a járművek, töltőállomások és hidrogéngyártási technikák műszaki és kereskedelmi felkészültségének megerősítése. (Több mint 1100 személygépkocsi, furgon és teherautó, valamint 20 HRS).
- A projektek összköltsége 170 M euró volt.



- A ZEFER 2017 szeptemberében indult és 2023 augusztusának végéig tart.
- A projekt keretében 180 üzemanyagcellás elektromos jármű (FCEV) kerül forgalomba Párizsban, Londonban és Koppenhágában.
- A projekt célja bemutatni a hidrogén üzemanyagcellás flották életképes üzleti eseteit.
- A ZEFER célja, hogy más városokban is ösztönözze az FCEV-k értékesítését, és ezáltal javítsa az ilyen saját flottákat kiszolgáló hidrogéntöltő állomások (HRS) üzleti szempontjait.

Tartalom

1 Vezetői összefoglaló

2 Hidrogén közlekedési tendenciák

3 **Nemzetközi jó gyakorlatok - vasút**

4 Nemzetközi jó gyakorlatok - hajózás

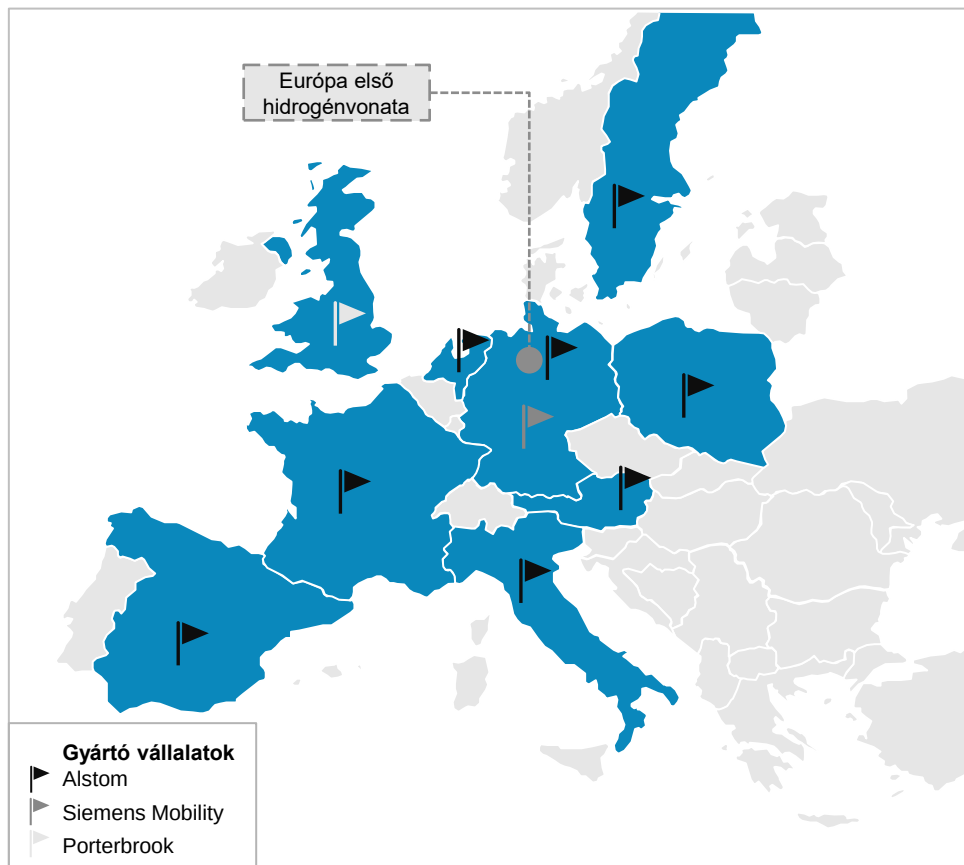
5 Nemzetközi jó gyakorlatok - mezőgazdaság

6 Nemzetközi jó gyakorlatok - taxi, car-sharing



A hidrogénvonatok tesztelése számos országban zajlik, pilot jelleggel utas- és teherszállításra is alkalmazzák

Hidrogén vonatok Európában – nemzetközi példák



Megállapítások

- A **hidrogén megoldást kínál a vasúti közlekedés dekarbonizációjára**, leginkább azokon a területeken, ahol nehéz a villamosítás és nagyok a távolságok az akkumulátoros vonatok alkalmazásához.
- Nő az érdeklődés** a hidrogén és a hidrogénből származó szintetikus üzemanyagok tengeri és légi közlekedési ágazatban való felhasználása iránt is, bár ezek a technológiák kevésbé kiforrottak, mint a közúti és vasúti technológiák.
- A vasúti technológia kifejlesztésében, tesztelésében és üzemeltetésében **élen jár Németország**, és a technológia vezető gyártó cége, az **Alstom**.
- Tekintettel a hidrogénvonatok korlátozott mértékű elterjedésére, a vasúti hidrogénfogyasztás 2021-ben kevesebb mint 0,1 kt volt.
- A hidrogénvonatok gyártása, meglévő modellek átalakítása **költséges**, amely számos országban jelent belépési korlátot a nagyobb mértékű elterjedéshez.
- A hidrogénvonatok hajtásához **nem minden esetben használnak megújuló energiaforrásokat az előállításához**, így erős ellentmondásba kerülve a technológia környezetbarát jellegével.
- Számos ország rendelkezik hidrogénstratégiával, vannak tervek saját fejlesztésű hidrogénvonatokra, azonban ezek rendszerint kezdeti fázisban tartanak, még nincs kiforrott prototípus.
- A közeljövőben a hidrogénvonatok elterjedésére lehet számítani, ami nagyban hozzájárul a közlekedés dekarbonizációjához.

A hidrogén meghajtású vonatok fontos elemét képezik a dízel mozdonyok kiváltásának, számos országban már forgalomban vannak

Üzemanyagcellás vonatok



ALSTOM – forgalomban
Ausztriában



HydroFLEX – próbaüzem
Egyesült Királyságban



Siemens – próbaüzem
2024-től



Stadler – forgalomban
2024-től az USA-ban



Megállapítások

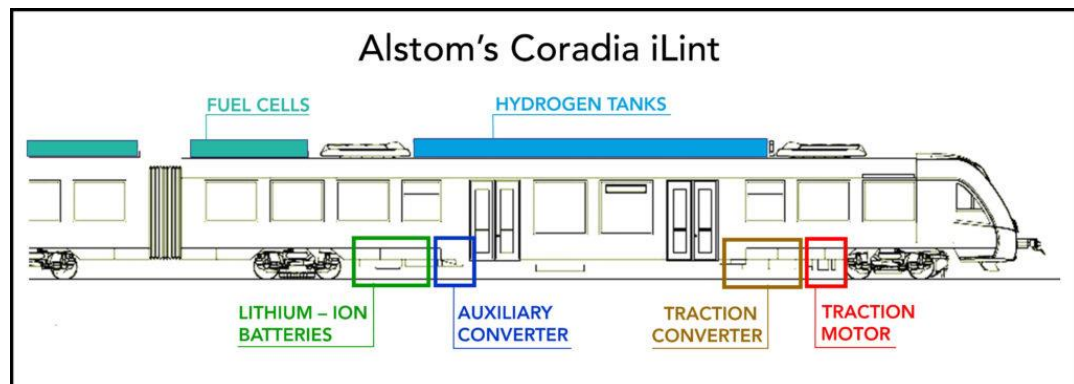
- A hidrogént felhasználva **belsőégésű motorokban vagy üzemanyagcellákban** termelik a villamos energiát.
- A hidrogént a **vasúti szállítás valamennyi területén** potenciálisan fel lehet használni – pl.: városi villamosok, távolsági személyszállítás, távolsági teherszállítás, iparvágányok kiszolgálása stb.
- A **berendezéseket akár a vonatok egy kocsijában** is el lehet helyezni, ezzel hely takarítható meg.
- Régebbi modellek is átalakíthatók** és felszerelhetők az új technológiával.

Piaci előrejelzések

- FCH vonatok 2030-ra** akár a **dízelmeghajtású vonatok 30%-át** is leválthatják Európában.
- 2030-ra a piaci becslések szerint 20-41%-os piaci részesedést is elérhetnek az FCH vonatok.
- A hidrogén üzemű vonatokkal akár 305.000 tonna CO₂ kibocsátást is meg lehetne spórolni évente.

A technológia egyre nagyobb népszerűségnek örvend, azonban a hidrogén megfelelő mennyiségű tárolása még kihívást jelent a közlekedésben

Hidrogén üzemanyagcellás vasút



Technológia jellemzői

- A hidrogénvonatok egyik nagy előnye, hogy a dízel megoldásokhoz képest halkabbak, **zajszintjük alacsonyabb**, mivel **a kipufogógáz csak gőz és kondenzvíz**. A megtermelt hő felhasználható a légkondicionáló berendezésekhez.
- A fedélzeti rendszerek működéséhez szükséges villamos energiát egy üzemanyagcellán keresztül biztosítják, amely a vonaton tárolt hidrogén és a levegőben lévő oxigén kombinálásával állít elő energiát.
- A technológia egyik **nehézsége a hidrogén megfelelő tárolásának megoldása** – legyen az a vonat tetején, a padló alatt, pótkocsin vagy akár az utastérben.
- A üzemanyagcellás egység a hidrogén és az oxigén keverékét akár 100 kW teljesítményű villamos energiává alakítja át.
- A rendszeres töltés és a **töltőállomások elérhetősége nagyban befolyásolja a hatótávolságot**.
- Egy hidrogéntartály jellemzően 130-260 kg kapacitású, amely személyvonat esetében 600-1000 km hatótávra teljesítésére elegendő. A töltési idő átlagosan 30 perc.
- A dízellel ellentétben, a hidrogénvonat vezetésére a gyártó cég tanítja be a vonatvezetőket, akik a hidrogén tankolást is képesek ellátni. Ehhez szükséges egy rövid képzés az adott töltőállomás üzemeltetőjétől. A hidrogénvonat szervizelése kicsit tér csak el a dízel üzemű vonatokétól.

Németország – Bermervoden





Lokáció

Németország, Bermervoden



Projektgazda

LVNG



CAPEX

€93 millió



Finanszírozás

€8.4 millió kormányzati hozzájárulás



Ütemezés

2022-



Partnerek

- TU Berlin
- A Német Nemzeti Hidrogén- és Üzemanyagcella-technológiai Innovációs Program (NOW)
- LVNG
- Elba-Weser Vasút- és Közlekedési Vállalat (EVB)



Projekt leírása

- Az LNVG, német állami tulajdonban lévő vasúttársaság már 2012 óta keres módokat a dízelvonatok kiváltására, melyben szorosan együttműködik az Alstom-mal.
- A hidrogénvonatokra alapvetően azért volt szükség Németországban, mivel az RB15 vonalon található egy alagút, amelyben nem lehet felsővezeték felszerelni, így lehetetlenné teszi a teljes vonal elektromosítását, erre kínált megoldást a hidrogénvonatok alkalmazása.
- A project többek között a német hidrogénstratégia részét képezi.

Coradia iLint

- Az Alstom német társaság által 2018-ban forgalomba került Coradia iLint olyan üzemanyagcellákkal van felszerelve, amelyek a hidrogént és oxigént alakítják át elektromos árammá, ezzel megszüntetve a meghajtáshoz kapcsolódó szennyező anyagok kibocsátását.
- Ez a világ első hidrogénmeghajtásos vasúti járműve, amely 140km/óra sebességre is képes felgyorsulni, alacsony zajszintű és nulla a károsanyag kibocsátása.
- Az első két vonatot egy 100 km hosszú szakaszon üzemeltették menetrend szerinti járatként, Cuxhaven, Bremerhaven, Bremervörde és Buxtehude között.

Tankolás

- Az új vonatokat eleinte egy mobil hidrogén töltőállomáson tankolták fel: egy 40 láb magas acél tartályból zajlott a töltés a Bremervörde állomás mellett.
- A teszt során egy hidrogéntankkal összesen 1175 km-t tett meg sikeresen Bremervörde-ből kiindulva München belvárosába.
- A 2018-as bevezetést követően 2021-ben fix töltőállomást hozott létre a Linde, amely egyszerre két vonat töltését is megoldja. A töltési idő kb 30 perc, amely alatt a vonat 300 bar-on tankolható.

Németország – Lower Saxony



Lokáció

Németország, Lower Saxony



Projektgazda

LVNG



CAPEX

€93 millió



Finanszírozás

€8.4 millió kormányzati hozzájárulás



Ütemezés

2022-



Partnerek

- TU Berlin
- A Német Nemzeti Hidrogén- és Üzemanyagcella-technológiai Innovációs Program (NOW)
- LVNG
- Elba-Weser Vasút- és Közlekedési Vállalat (EVB)



Tapasztalatok

Teszteredmények

- A kezdeti másfél éves tesztelés során több, mint 180 000 kilométert tett meg az első két vonat.
- A vonatok egy tartállyal az egész nap során képesek voltak üzemelni a kijelölt hálózaton.
- A kezdeti sikerek hatására az Alstom további 14 Coradia iLint vonatot szállít az LVNG számára.
- Egy ilyen hidrogénvonat gyártási költsége körülbelül 5,19 millió font.

Nehézségek, kudarcok

- Az Alstom gyártotta első hat Coradia iLint H2 vonat hibásnak bizonyult, és új hardver- és szoftverkomponensek utólagos beszerelését igényelték.
- A hibás hidrogénvonatok helyett ideiglenesen dízelmozdonyokat allokáltak az érintett útvonalakra, azonban nem tudtak eleget biztosítani, így vonatpótló buszjáratokat is indítottak, melyek több, mint 6 hónapon keresztül működtek. Ezeknek költségeit az Alstom finanszírozta.
- A sofőrök képzése nehézségeket okozott, a képzett sofőrök kis létszáma azt eredményezte, hogy a műszakokat nem lehetett tervezni, ami túl nagy bizonytalanságot jelentett az alkalmazottak számára. A nehéz helyzetben jelentős számú sofőr mondott fel.
- Az érintett RB15 vonalon 2 hónap ingyen utazással kompenzálták az elégedetlen utasokat.
- Egy 11 hidrogénvonatból álló flotta volt beütemezve 2022 decemberére, azonban jelenleg 9 van működésben, mind ugyanazon a vonalon.
- A kezdeti nehézségeket sikerült leküzdeni, általánosság jó a tapasztalat a H2 vonatokkal kapcsolatban, valamint a vasutasok képzése is gördülékenyen zajlik.

Megtérülés

- A hidrogén-hajtású vasút általában drágább lehetőség, mint a vonal villamosítása vagy az akkumulátor-hibrid vonatok. Utóbbi akkumulátorokat használ a vonatok üzemben tartásához, amikor nincsenek felső vezetékek. A körülmények a földrajzi helytől függően változhatnak, ami azt eredményezi, hogy a hidrogénvonatok akár 80%-kal drágábbak is lehetnek, mint a tiszta elektromos vonatok egy 30 éves időszak alatt. A hidrogén árának jövőbeli csökkenésével ez a tendencia változik.

Németország, Bayern



Lokáció

Németország, Bayern



Projektgazda

Siemens Mobility



CAPEX

€13,74 millió



Finanszírozás

n.a



Ütemezés

2023.07. – 2024.01.



Partnerek

- Niederbarnimer Eisenbahn (NEB)
- Deutsche Bahn (DB)
- A Német Nemzeti Hidrogén- és Üzemanyagcella-technológiai Innovációs Program (NOW)
- Szövetségi Digitális és Közlekedési Minisztérium



Projekt leírása

- A Niederbarnimer Eisenbahn (NEB) számára hét db kétvagonos Mireo Plus H vonatot épít a Heidekrautbahn hálózatra (RB27), amely a Berlin-Brandenburgi nagyvárosi régióban található.
- A Deutsche Bahn (DB) és a Siemens Mobility együttműködik egy új hidrogénrendszer kifejlesztésében a H2goesRail projekt keretein belül a vasúti közlekedés számára.
- A **Mireo Plus H** egy második generációs hidrogénhajtású vonat, amely egy hidrogénüzemű hajtórendszerrel és egy lítium-ion akkumulátorral rendelkezik. A vonat akár 160 km/h sebességgel képes haladni, és 15 perc alatt feltölthető.
- Tetőre szerelt üzemanyagcellákat alkalmaznak a hidrogén tárolására, valamint kifejlesztettek egy mobil hidrogéntároló pótkocsit, a szerelvény alá pedig akkumulátorokat helyeznek el.



Tapasztalatok

- A projekt eredményei még nem állnak teljes mértékben rendelkezésre, mivel még folyamatban van, azonban a projekt már most késedelmekkel néz szembe.
- Az eddigi tapasztalatok alapján a Mireo Plus H ugyanolyan erős, mint az elektromos motorvonat (EMU) megfelelője, így 1,7 MW vontatási teljesítménnyel rendelkezik, és akár 1,1 m/s gyorsulást és 160 km/h maximális sebességet is képes elérni.
- A vonat képes 800 km hatótávon közlekedni.
- A DB és a Siemens becslése szerint a dízelről a hidrogén üzemanyagra való áttérés évente mintegy 330 tonnával csökkentheti a CO2-kibocsátást.
- A stratégia részeként a DB 1 20 000 km menetrend szerinti vasúti szolgáltatást tervez.

Ausztria, Bécs



 **Lokáció**

 **Projektgazda**

 **CAPEX**

 **Finanszírozás**

Ausztria, Bécs

ÖBB, osztrák vasút

n.a

€3,1 millió

 **Ütemezés**

 **Partnerek**

2020 - 2023

- Alstom
- ÖBB
- Klímavédelmi Minisztérium
- FEN Sustain Systems GmbH

 **Projekt leírása**

- A németországi sikerek után az Alstom Ausztriában is megkezdte a hidrogénvonatok üzemeltetését, a Németországból ismert Coradia iLint-et.
- A pilot projekt a 'HyTrain' névre hallgat.
- A tesztelés immár regionális vasútvonalakon zajlik, ahol képesek lehetnek akár a dízelmotoros vonatok helyettesítésére.
- 3 hónapon keresztül tartott az első próbateszt, csupán két vagonnal.
- A közlekedési útvonalakat nehéz, kihívást jelentő terepre tették, próbára téve a vonat teljesítőképességét.
- A tesztelés különlegessége, hogy a vonatokat keskeny nyomtávon járatják.
- A projekt a Zillertal-vasút meglévő elektromos motorkocsiját fogja használni, és m szerelik fel, amely üzemanyagcella-köteget, vontatóakkumulátorokat és hidrogéntároló tartályokat tartalmaz.

 **Tapasztalatok**

- A tesztelést pozitív eredménnyel zárták, a meredek, magasabb régiókban fekvő útvonalakon is megfelelően teljesített.

Franciaország



Lokáció

Franciaország



Projektgazda

Az érintett 4 régió



CAPEX

€190 millió



Finanszírozás

€47 millió kormányzati támogatás



Ütemezés

2021 - 2025



Partnerek

- ENGIE
- HDF Energy
- Captain France
- Alstom



Projekt leírása

- 2021 szeptemberében Franciaországban is megkezdődött az Alstom Coradia iLint modelljének tesztelése.
- A kezdeményezést a francia kormány támogatja a 2018-ban bemutatott Hidrogén Tervén keresztül. A vonat tesztelése továbbá része az Európai Unió által 2020-ban indított IPCEI programnak.
- Franciaország 12 Coradia Polyvalent kétüzemű vonatra adott le megrendelést, melyeket 4 francia régióban üzemeltet (Auvergne-Rhône-Alpes, Bourgogne-Franche Comté, Grand Est és Occitanie).
- A Coradia Polyvalent kettős üzemű elektromos-hidrogén jármű, melynek hatótávolsága akár 600 km is lehet a nem villamosított pályán. Minden vonat négy kocsiból áll, és 72 méter hosszú. 218 üléssel rendelkezik és ugyanazt a dinamikus teljesítményt nyújtja, mint a vállalat kettős üzemű elektromos-dízel változatai.
- Az első hidrogénvonatok várhatóan 2025-ben állnak majd forgalomba.



Tapasztalatok

- A tesztek során Burgundia-Franche-Comté az első régió, amely véglegesítette a szállítási megrendelést 2023-ig
- A vonatok kereskedelmi üzemeltetése azonban nem teljesült, legalább további egy évre van szükség.
- A vonatok a nem villamosított vagy részben villamosított vonalakon váltják fel a dízelüzemű megoldásokat.
- A megrendelt vonatok 220 utas szállítására képesek 400-600 kilométeren át, maximum 160 km/óra sebességgel

Svédország, Östersund



**Lokáció**

Svédország, Östersund

**Projektgazda**

Partnerek konzorciuma

**CAPEX**

n.a

**Finanszírozás**

n.a

**Ütemezés**

2021 - 2022

**Partnerek**

- Alstom
- Európai Unió - Üzemanyagcella- és Hidrogéntechológiai Közös Vállalkozás (FCHJU)
- Hydrogen Sweden
- További helyi érdekeltek (Isd később)

**Projekt leírása**

- A projekt 2021. augusztus 25-én kezdődött, amikor az Alstom Coradia iLint személyvonata Svédországban is debütált Östersundban.
- A projekt célja, hogy bemutassa a Coradia iLint vonatokban rejlő lehetőségeket a fenntartható közlekedés szempontjából Svédországban, ahol mintegy 4000 km nem villamosított vasútvonal található.
- A projektet az Európai Unió az Üzemanyagcella- és Hidrogéntechológiai Közös Vállalkozáson (FCH JU) keresztül is támogatja, amely egy köz- és magánszféra közötti partnerség, amely kutatási és innovációs projekteket finanszíroz az üzemanyagcella- és hidrogénenergia-technológiák területén.
- A beruházás magába foglal egy kísérleti projektet, amely során az érintett vállalatok tovább vizsgálják az Inlandsbanan dízelüzemű tehervonatainak hidrogéngre való átalakítási lehetőségeit.

További Partnerek:

- Svéd Energiaügynökség, Chalmers Műszaki Egyetem, Lundi Egyetem, KTH Királyi Műszaki Intézet, University West, Svéd Kutatóintézetek (RISE) és az Oxeon, amelyek együttműködnek a GKN Aerospace-szel a hidrogénmeghajtási projektben

**Tapasztalatok**

- Az Inlandsbanan és a Statkraft szándéknyilatkozatot írt alá a hidrogénüzemű nehéz tehergépjárművekbe történő közös beruházásról.
- Svédország középső régiójában tervezik a zöld hidrogén előállítását, szélenergia felhasználásával. Így az eddigi tapasztalatok alapján naponta akár 240 tonna hidrogén előállítására is képesek lesznek a helyszínen.
- A hidrogén előállításához szükséges munkálatok várhatóan csak 2025-ben kezdődnek meg, és 2030-ig még nem fog működésbe lépni, így a projekt jelenleg csúszásban van.

Olaszország



**Lokáció**

Olaszország

**Projektgazda**

FNM (Ferrovie Nord Milano)

**CAPEX**

€300 millió

**Finanszírozás**

Kormányzati finanszírozás

**Ütemezés**

2020 - 2026

**Partnerek**

- FNM (Ferrovie Nord Milano)
- Olasz Infrastrukturális Minisztérium
- Snam
- Ancitel Energia e Ambiente
- Cinque International

**Projekt leírása**

- 300 Milliós költségvetést különítettek el egy nemzeti program részeként, mely az ország vasútvonalainak átalakítására fókuszál.
- Új vasúti járműveket vásárolnak 24 millió euro értékben, a fennmaradó összegből pedig a zöld hidrogén előállítását, tárolását és az üzemanyagöltő infrastruktúra kialakítását finanszírozzák.
- Hat olasz régió kap finanszírozást: Lombardia, Campania, Calabria, Puglia, Szicília és Szardínia.
- A projekteket 2026 június végéig kell befejezni, a munkálatok 50%-t pedig 2025 június végéig kell teljesíteni.
- Az olasz kormány bejelentette, hogy felszabadít egy 100 millió eurós alapot, amelyből 2026-ig 36 új töltőállomás kialakítását finanszírozza országsszerte.
- A vonat hidrogén üzemanyagcellás meghajtási technológiáját a Cordia Stream veszi át a Cordia iLinttől, felhasználva a korábbi tapasztalatokat.

**Tapasztalatok**

- Az olasz FNM (Ferrovie Nord Milano) közlekedési vállalat hat hidrogén üzemanyagcellás vonatot rendelt az Alstomtól, további nyolc vonatra szóló opcióval a lombardiai régió számára.
- A hidrogénvonatok nem villamosított vonalakon közlekedhetnek, amelyek az olasz vasúthálózat mintegy 40% -át teszik ki, növelve az utasok és az üzemeltetők kényelmét és teljesítményét.

Olaszország



**Lokáció**

Olaszország

**Projektgazda**

FNM (Ferrovie Nord Milano)

**CAPEX**

€300 millió

**Finanszírozás**

Kormányzati finanszírozás

**Ütemezés**

2020 - 2025

**Partnerek**

- FNM (Ferrovie Nord Milano)
- Olasz Infrastrukturális Minisztérium
- Snam
- Ancitel Energia e Ambiente
- Cinque International

**Projekt finanszírozása**

Vasútvonal

Brescia-Iseo-Edolo, Lombardy

Circummetnea vasútvonal, Mount Etna, Sicily

Piedimonte - Napoli (Campania)

Cosenza – Catanzaro, Calabria

Puglia: Lecce-Gallipoli, Novoli-Gagliano and Casarano-Gallipoli

Macomer-Nuoro, Sardinia

Sassari-Alghero, Sardinia

Monserato-Isili, Sardinia

Finanszírozás összege (m€)

€97.21m

€15.42m

€29.07m

€45.12m

€13.4m

€30.3m

€30.09m

€15.4m

Spanyolország



**Lokáció**

Spanyolország

**Projektgazda**

Alstom

**CAPEX**

€14 millió

**Finanszírozás**

€10 millió - Tiszta Hidrogén Partnerség

**Ütemezés**

2021.01 – 2024.12

**Partnerek**

- CAF, DLR
- Toyota
- Renfe
- Adif
- Stemmann-Technik

**Projekt leírása**

- Az FCH2Rail projekt kereten belül Spanyolországban megkezdődött a hidrogén üzemanyagcellákkal felszerelt demonstrátorvonatok tesztelése a nemzeti vasúthálózaton.
- A Renfe Civia ingázó egysége, a Zaragoza-Canfranc vonalon elektromos üzemmódban, villamosított területen és hibrid üzemmódban is közlekedik, hidrogén üzemanyagcellákból és akkumulátorokból származó energiát kombinálva a nem villamosított szakaszokon. Ez az üzemanyagcellás hibrid tápegységnek köszönhető, amely hat Toyota üzemanyagcella-modult tartalmaz 2. generációs technológiával. A vonat villamos energiáját a felsővezetékéről kapja, amikor az rendelkezésre áll. Ellenkező esetben a Toyota hidrogén üzemanyagcelláinak használatára vált.
- A demonstrátorvonat a Renfe egyik meglévő elővárosi vonatán alapul, amelybe a CAF új energiatermelő rendszert telepített, amely a hidrogén üzemanyagcellákból és akkumulátorokból származó energia hibridizációját használja. Ezt az új energiaellátó rendszert integrálták a jármű meglévő vontatási rendszerébe.
- A Renfe mozdonyvezetői és vonatvezetői megkapták a szükséges képzést a kétmódusú hidrogénvonattá átalakított CIVIA vonat vezetéséhez.
- A Faiveley / Stemmann Technik (STT) légkondicionáló gyártó és a DLR innovatív megoldásokat keres a fűtés, szellőzés és légkondicionálás (HVAC) energiaigényének csökkentésére a projekt részeként.

**Tapasztalatok**

- A projekt fontos mérföldkövet ért el az Aragóniai Pireneusokban található Canfranc állomásra érkezésével, ezzel teljesítve az első útvonalat.
- A CAF zaragozai üzemében végzett statikus tesztelési fázis és az első hidrogén-feltöltés után 2022 közepén megkezdődtek a dinamikus tesztek egy zárt pályán, amelyek az új villamosenergia-rendszer optimalizálását szolgálták.
- A projekt fejlesztésének sikere megerősíti az FCH2Rail konzorciumot alkotó vállalatok elkötelezettségét a környezetbarát mobilitási megoldások fejlesztése iránt.

Hollandia, Gröningen



	Lokáció	Hollandia, Gröningen		Ütemezés	2020
	Projektgazda	ProRail		Partnerek	▪ Arriva ▪ ProRail ▪ Engie ▪ DEKRA
	CAPEX	n.a			
	Finanszírozás	n.a			

**Projekt leírása**

- 2020-ban Hollandiában is tesztelték az Alstom által fejlesztett Coradia iLint hidrogénüzemű vonatot.
- A teszt 65 km-en zajlott a Gröningen és Leeuwarden vasútvonalon.
- A teszt utasok nélkül zajlott, éjszakai időzítéssel, két héten keresztül.

**Tapasztalatok**

- A megálló menetrendje és az express menetrend alapján is megfelelően teljesített a Coradia iLint. A szimulációs teszteknek köszönhetően bebizonyosodott, hogy képes pontosan tartani az indulási és érkezési időpontokat.
- A teszt továbbá sikerrel zárult a következő szempontok alapján is: hídogenfogyasztás, infrastruktúra összeegyeztethetősége, gyorsulás, fékezés, dokkolás, maximális sebesség, segédberendezések teljesítménye.
- A holland mozdonyvezetők kényelmesnek és könnyen vezethetőnek találták a vonatot.
- A zöld hidrogénnel való tankolás a vártnál gyorsabban zajlott.
- Az összekapcsolási eljárás egy Arriva GTW vonattal megfelelően működött, vagyis szükség esetén képes elvontatni a hidrogénvonatot.
- Sikeres tesztek hajtottak végre a vonat stabilitásának vizsgálatára, kifejezetten fókuszálva a vasúti váltópontokra.
- A teszt során a legnagyobb kihívást jelentő szakaszon is képes volt elérni a 140km/óra sebességet.
- A hangtesztek során jelentős csökkenést mértek a dízel vonatokhoz képest álló helyzetben, gyorsításkor és a legnagyobb sebességnél is.

Lengyelország



 **Lokáció**

 **Projektgazda**

 **CAPEX**

 **Finanszírozás**

Lengyelország

ORLEN

n.a

n.a

 **Ütemezés**

 **Partnerek**

2022-2023

- Alstom
- PESA Bydgoszcz

 **Projekt leírása**

- Az ORLEN folyamatosan fejleszti a hidrogéntechnológiát a közlekedési megoldásokban való alkalmazáshoz. Nemrég vásárolt egy korszerű mozdonyt a PESA Bydgoszcz-tól, így ez az első hidrogénhajtású vasúti jármű Lengyelországban, melyen megkezdtek a tesztelést.
- Az üzemeltetési tesztek részeként a mozdony első útját Gdynia és Hel között tette meg.
- Az ORLEN és a PESA között kötött szerződés tartalmazza a mozdony karbantartását és szervizelését 4 éven keresztül.
- A mozdony hidrogéntartály kapacitása 175kg, ami többszörösen meghaladja a hidrogénüzemű buszokét. A vontatási rendszer két 85 kW-os üzemanyagcellával, egy akkumulátorral és négy vontatómotorral rendelkezik.
- Az ORLEN már rendelkezik hidrogén töltőállomással Lengyelországban, azonban 2025 közepére további hidrogénállomások üzembe helyezését tervezi Bielsko-Biala, Gorzów Wielkopolski, Wałbrzych, Krakó, Wrocław, Gdynia, Piła és Varsó területén.
- A mozdony vásárlása mellett az ORLEN további partnerkapcsolatot kötött az Alstom-al, amely alapján Lengyelországban is megkezdődik a Coradia iLint vonatok tesztelése, kihasználva a már kiépített infrastruktúrát.

 **Tapasztalatok**

- A mozdony 24 órán keresztül képes üzemelni egy tankolással.
- Az ORLEN Lengyelországban a töltési infrastruktúra kialakításáért felelős, a vonatok működtetésére különböző partneri együttműködések köt.
- Töltőállomásai használhatók lesznek más közlekedési járművek hidrogénnel való töltésére is.

Egyesült Királyság



	Lokáció	Egyesült Királyság		Ütemezés	2019 -
	Projektgazda	Porterbrook		CAPEX	n.a
	Finanszírozás	- Közlekedési Minisztérium - £750,000 - Porterbrook - £8 millió		Partnerek	- Birmingham-i Egyetem - BOC: Szállítótársaság

**Projekt leírása**

- A hidrogéncellák a korábban látott megoldásokkal ellentétben az utastérben vannak elhelyezve, edukációs céllal; ezáltal ismertette meg a technológiát az utazóközönséggel.
- A későbbiekben ezeket a cellákat a vonat alá fogják áthelyezni, így a hidrogénvonat több utas szállítására lesz alkalmas.
- A Hydroflex hidrogénüzemű rendszere jelenleg 50-75 mérföld hatótávra elegendő.
- Egy tartályban 20 kg hidrogént tárolnak, amely jelenleg az üzemanyagcella 3 órás működéséhez elegendő.
- Az egyesült Királyság vasútvonalainak 42%-a villamosított
- Jelenleg a Hydroflex hidrogénnel üzemel, amelyet földgáz felhasználásával állítanak elő.

**Tapasztalatok**

- A hidrogén meghajtás megfelelő megoldás azokon a síneken, ahol még nem történt meg az elektromosítás, vagy valamilyen okból kifolyólag ez nem megvalósítható, ezért hatékonyan tud összekötni egymástól távol eső elektromosított vonalakat.
- Jelenleg a Hydroflex rövidebb távú utakra kínál megoldást, a hosszabb útvonalak lefedése további fejlesztést igényel, hogy megfelelő mennyiségű hidrogént tudjanak tárolni a járművön.
- A hidrogén megfelelő tárolása problémás, mivel a jelenlegi tárolási technológiával a hidrogén jelentősen több helyet foglal el, mint az azonos mennyiségű fosszilis üzemanyagok.
- Régebbi járművek is átalakíthatók, felszerelhetők hidrogéntartályokkal, így nem feltétlenül szükséges új vasúti járművek gyártása.

Kanada, Charlevoix



**Lokáció**

Kanada, Charlevoix

**Projektgazda**

Accelera™

**CAPEX**

\$8 millió

**Finanszírozás**

\$3 millió – Quebec által

**Ütemezés**

2023.06. – 2023.09.

**Partnerek**

- Harnois Énergies
- Alstom
- Groupe Le Massif
- Chemin de fer Charlevoix
- HTEC

**Projekt leírása**

- Az Alstom által tervezett és gyártott Coradia iLint vonat 2023. június 17-én állt forgalomba Kanadában.
- A vonat utasokkal a fedélzetén közlekedik a teljes nyári szezonban a Train de Charlevoix vasútvonalon, amely egy ikonikus vonal, mivel áthalad az UNESCO bioszféra-rezervátumán a kanadai Québec tartományban, Charlevoix régióban.
- A vonat tetejére szerelt üzemanyagcellák a hidrogént villamos energiává alakítják, amely a vonatot táplálja.
- Az Alstom Coradia iLint vonatában használt zöld hidrogént egy Accelera HySTAT100-10® elektrolizáló állítja elő, amelynek tulajdonosa és üzemeltetője Québecben a projektpartner, a Harnois Énergies.
- A Coradia iLint 2023. szeptember végéig érhető el az utasok számára.
- A kanadai hidrogénvonat akár 135 km/h sebességet is elérhet, miközben csak vízgőzt bocsát ki.
- A felhasznált hidrogént Québec állomáson állítják elő, majd nagynyomású tartályokon szállítják Baie St-Paulba.

**Tapasztalatok**

- A projekt jó lehetőség a turizmus fellendítésére – vonzó az új technológia megismerése az utazók számára, valamint a vonal látványos útvonalon halad, vízesésekkel, jellegzetes tájelemekkel emlékeztetve az utazást.
- A régióban a vasútvonalak mindössze 1%-a villamosított, megfelelő alternatívát jelent hidrogénhajtású vonatok melletti elköteleződés a dízzel szemben.
- Az utazók számára a jegyek 99\$-ért kaphatók, míg a gyermekek számára 69\$-ért lehet kiváltani a hidrogénvonatokra.

Kanada, Alberta



**Lokáció**

**Projektgazda**

**CAPEX**

**Finanszírozás**

Kanada, Alberta

Canadian Pacific Railway (CP)

\$18 millió

\$15 millió (ERA)

**Ütemezés**

**Partnerek**

2022. – 2023.12.

- Emission Reduction Alberta (ERA)
- Cummins Inc
- Wabtec Corporation
- Ballard Power Systems
- Hydrogenic Corporation

**Projekt leírása**

- A Canadian Pacific Railway (CP) célja kifejleszteni Észak-Amerika első hidrogénüzemű mozdonyát tehervonatok számára.
- A mozdonyt hidrogén üzemanyagcellákkal és akkumulátorokkal szerelik fel, majd a teszt során a teherszállításra vonatkozó képességét tesztelik.
- Az ERA által nyújtott finanszírozásnak köszönhetően 3-ra emelték az átalakított mozdonyok számát a korábban tervezett 1 helyett.
- 2023 végére a három mozdony, valamint a Calgaryban és Edmontonban található két hidrogéngyártó és -töltő létesítmény fog üzemelni.
- A Calgary-i töltőállomás egy elektrolízis berendezést fog tartalmazni, amely vízből állítja elő a szükséges hidrogént.
- Az Edmonton-i töltőállomás egy kis méretű gőz metán reformáló rendszert fog tartalmazni, amely Alberta földgáz erőforrásaiból állítja majd elő a hidrogént.

**Tapasztalatok**

- Kanada a vasútbiztonsági törvény alapján kidolgozta a mozdonyok kibocsátására vonatkozó szabályokat. A szabályoknak való megfelelés számos ponton jelent kihívást a vasúttársaságnak, azonban a hidrogénmeghajtás és a technológia használata a teherszállításban jó megoldásnak tűnik.
- A CP november 16-án tette közzé, hogy az átalakított mozdony 7 tehervagont húzott végig a tesztre kijelölt szakaszon.
- A projekt a tervek szerint halad, 2023 végére elkészül a 3 mozdony és a tervezett töltőállomás.

Egyesült Államok



Lokáció

Egyesült Államok



Projektgazda

Partner vállalatok



CAPEX

n.a



Finanszírozás

n.a



Ütemezés

2021.12 -



Partnerek

- BNSF Railway
- Caterpillar
- Chevron



Projekt leírása

- A Progress Rail, a Caterpillar vállalat tervezi és építi meg a hidrogén üzemanyagcellás mozdony prototípusát a projekt során, amelyet kifejezetten teherszállításra optimalizálnak.
- A Chevron fejleszti ki az üzemanyag-ellátás koncepcióját és az ehhez szükséges infrastruktúrát.
- A hidrogén üzemanyagcellás mozdony prototípusát a BNSF vonalain mutatják be és tesztelik.



Tapasztalatok

- A projektről kevés részletet tettek közzé az érintett felek.
- A pontos részletekről még zajlanak a tárgyalások, a projekt indulása hamarosan várható.

Japán



 **Lokáció**

 **Projektgazda**

 **CAPEX**

 **Finanszírozás**

Japán

JR East

\$34,7 millió

A teljes összeg az JR East befektetése

 **Ütemezés**

 **Partnerek**

2022.03 - 2030

- Toyota Motor
- Hitachi

 **Projekt leírása**

- Japán első kétkocsis, hidrogén-üzemanyagcellás hibrid vonata a Hydrogen-Hybrid Advanced Rail Vehicle for Innovation (HYBARI).
- A JR East 2022-től teszteli az új vonatot, melyet 2030-ban tervez forgalomba helyezni.
- A teszteket a Nanbu vonalon hajtják végre, amely összeköti a tokiói Tachikawa állomást és a Kawasaki állomását, valamint néhány más vonalat.
- Az új vonat hibrid rendszerekkel van felszerelve, amelyek hidrogénüzemű üzemanyagcellákat és tároló akkumulátorokat egyaránt használnak áramforrásként.
- A Toyota Motor fejlesztette ki a vonat üzemanyagcellás rendszerét, míg a hibrid hajtásrendszert a Hitachi biztosítja.
- A vonat tervezett maximum sebessége 140km/h.
- A vonat négy hidrogéntároló egységgel rendelkezik a pótkocsi kocsí tetején, mindegyik öt darab 51 literes modullal.
- A vonat két 180 kW-os polimer üzemanyagcella-köteggel rendelkezik a pótkocsi padlója alatt, amelyek hidrogénből és oxigénből állítanak elő villamos energiát.

 **Tapasztalatok**

- Az Európában megszokott tesztelési periódusokhoz viszonyítva Japán hosszú időt szán a tesztelési szakaszra, amely megelőzi a vonat forgalomba helyezését.

Tartalom

1 Vezetői összefoglaló

2 Hidrogén közlekedési tendenciák

3 Nemzetközi jó gyakorlatok - vasút

4 **Nemzetközi jó gyakorlatok - hajózás**

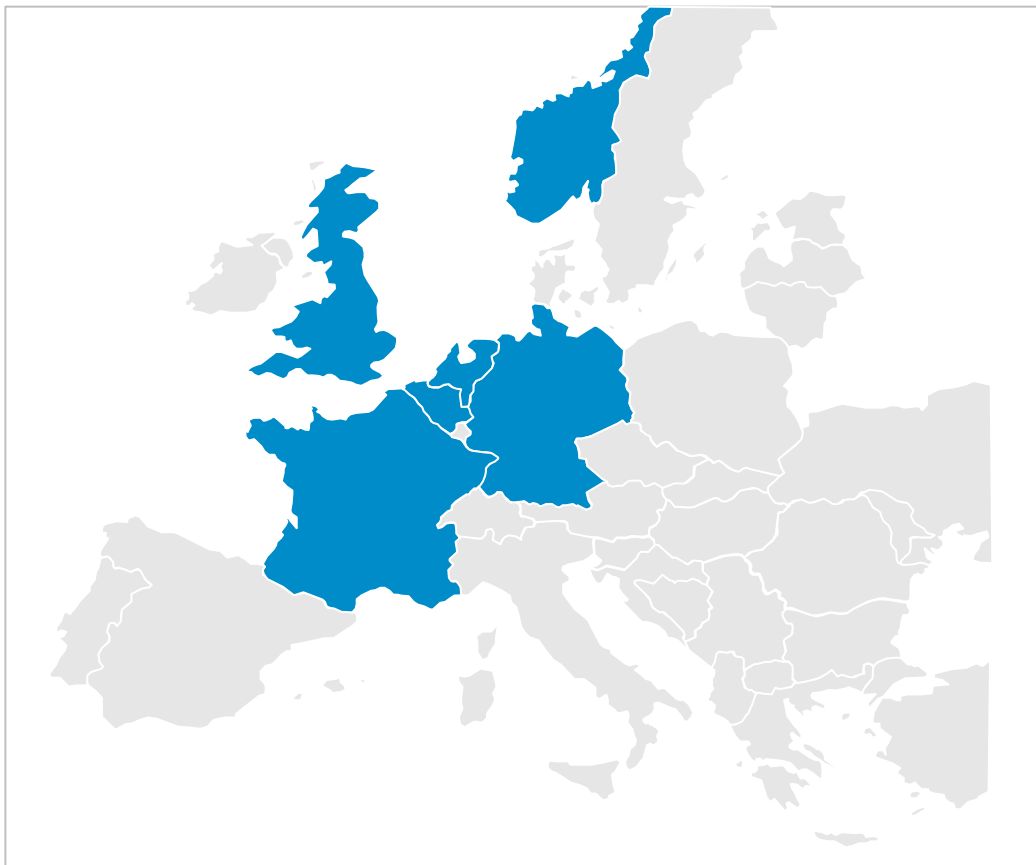
5 Nemzetközi jó gyakorlatok - mezőgazdaság

6 Nemzetközi jó gyakorlatok - taxi, car-sharing



A hajózásban több kísérlet is van a hidrogén alkalmazására, több pilot is elindult az elmúlt években

Hidrogén hajók bevezetése – nemzetközi példák

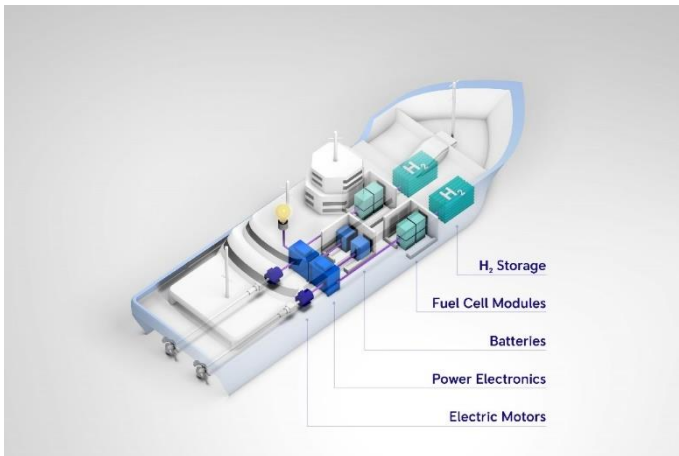


Megállapítások

- A hidrogén és a hidrogénből származó szintetikus üzemanyagok felhasználása iránt a vízi közlekedésben egyre nagyobb az érdeklődés, bár a technológiák kevésbé kiforrottak, mint a közúti és vasúti technológiák.
- Az 1970-1980-as évek óta nehézelaj helyett **dízelt alkalmaznak** a hajózásban. Katalizátoros fejlesztésekkel **korszerűsítik a kipufogó rendszereket**, azonban ezek jelentős **többlet karbantartási költségek** okoznak.
- Néhány európai kikötő bizonyos motortípusokhoz köti a hajók beengedését (zöld motorok prioritálása)
- A belvízi folyamhajózásban bevezetett Green Award certifikáció a minél környezetbarátabb motorok előnyben részesítését hivatott értékelni, mely egyik fontos eleme lehet **az egyre növekvő LNG és bio-LNG üzemanyagok alkalmazása**.
- Jelenleg a **Finn Öbölbe és az Északi tenger területére tervezik** bevezetni az LH₂ üzemanyaghasználatot.
- Elsősorban Norvégiában szorgalmazzák a hajózási emisszió csökkentését (az ország célkitűzései szerint a hajózásból származó károsanyag-kibocsátást 2030-ig 50%-kal kell csökkenteni).
- Az üzemanyagcellás hajózás követelményei jelenleg még nem teszik lehetővé a kereskedelmi forgalmat. Jelenleg több európai országban is folyamatban vannak fejlesztések és **demonstrációs projektek** már léteznek, amelyek rálátást nyújtanak milyen irányban kell és lehet elindulni a fejlesztésekkel.
- Európán kívül is vannak hidrogén hajózási pilot projektek (pl. USA, Japán).
- A hidrogén vízi közlekedésben való elterjedéséhez szükséges a hidrogén ellátási lánc fejlesztése, illetve a hidrogén árának csökkenése. Amennyiben sikerül megvalósítani, többek között elérhető lesz a gyorsabb tankolás, a hidrogén technológia hozzá fog járulni a hajózási szektor dekarbonizációjához.

A hidrogén üzemanyagcellás hajók esetében a hidrogén szállítása jelenthet kihívást

Hidrogén üzemanyagcellás hajózás



Technológia jellemzői

- Hidrogén üzemanyagcellás hajózás esetén a hajó meghajtása mindig egy **villanymotort foglal magában a hajtásláncban**.
- Ennek a hajtásnak az energiáját jellemzően üzemanyagcellák állítják elő. Az üzemanyagcellák olyan energiaátalakítók, amelyekben az **üzemanyag reagál egy oxidálószerrel**. Ebben az esetben az **üzemanyag a hidrogén és az oxidálószer pedig oxigén**. A folyamat során víz, elektromos energia és hő keletkezik, amit másra is fel lehet használni, például a hajó fűtésére vagy a víztartályok feltöltésére. A termelt energia pedig meghajtja a hajó hajtásláncát.
- Ami problémát tud okozni, hogy a környezetből származó **oxigén és hidrogén folyamatos ellátására van szükség**. Ez utóbbiakat **nagynyomású tartályokban vagy hűtőtartályokban** kell tárolni és ezeket a hajón szállítani. A hűtőtartályokban való szállítás nehézsége, hogy ahhoz, hogy a hidrogén folyékony halmazállapotú maradjon, ahhoz -253 Celsius fokon kell tárolni.
- Az üzemanyagcellás rendszerek **alternatívájaként hidrogénmotorok** is léteznek. Ezek elektromos energiát állítanak elő a fosszilis tüzelőanyagokat használó hagyományos generátorokhoz hasonló folyamatban.
- A hajózás tekintetében fontos a kikötők hidrogén fogadására, átadására alkalmassá tétele is.

Norvégia - MF Hydra



Lokáció

Projektgazda

CAPEX

Finanszírozás

Norvégia

Norled AS

n.a

EU FLAGSHIPS projekt (5m EUR)

Ütemezés

Partnerek

2018-2023.

- Ballard (üzemanyagcella-szállító)
- SEAM (integrátor)
- LMG Marin (hajótervező)
- Westcon Yards (hajóépítő)
- Linde (hidrogénrendszer szállító)
- Corvus Energy (akkumulátor szállító)

Projekt leírása

- Az MF Hydra lehet a világ első olyan személy- és személyautó szállító kompja, mely folyékony hidrogénnel és üzemanyagcella modulokkal működik. A hajó **akkumulátorokat, illetve folyékony hidrogént és üzemanyagcellákat** is használ. 82,4 méter hosszú, 300 utas és 80 személygépkocsi szállítására alkalmas.
- 2018-ban a Norled AS hajózási társaság megnyerte a Norvég Közútkezelő által kiírt pályázatot egy zero emissziós személy- és autós komphajó építésére. A pályázat megkövetelte, hogy a hajó hidrogénnel és üzemanyagcellákkal működjön.
- 2021. év júliusában készült el, és 2023 tavaszáig várt a Norvég Tengerészeti Hatóság és a DNV jóváhagyására várt, hogy üzembe állítható legyen
- **2023. áprilisában állt forgalomba** a norvégiai Hjelmeland-Skipavik-Nesvik közötti útvonalon.
- **A hajó töltése:**
 - A hajó 10 méter hosszú, 3,5 méter átmérőjű hidrogéntartálya 4 tonna kapacitással (80 köbméter) rendelkezik, 2-3 bár nyomás alatt üzemel.
 - A hidrogént 2022-2025 között a Linde Németországból szállítja teherautókkal. A hidrogén szállítása mellett a Linde fejlesztette ki és telepítette a szükséges üzemanyag-tároló rendszert, illetve a kapcsolódó szárazföldi teherautóról hajóra történő üzemanyag-töltő létesítményt, a fedélzeti tárolótartályt és az üzemanyag-feldolgozó berendezéseket.
 - Három hetente 3,2 tonnás szállítmány érkezik. A tartály megtöltése 3 tonna hidrogénnel 5 órát vesz igénybe 50 €/kg-os költséggel (szemben a zöldáram 8 €/kg-os költségével)
 - 2025-től tervezett a hajó működéséhez szükséges hidrogén biztosítása közvetlenül Norvégiából

Tapasztalatok

- A hidrogénüzemanyagcellák elegendő üzemanyagot tartalmaznak 12 napon keresztül közlekedéshez, átlagosan 9 csomós sebességgel, így a hajó nagyjából 1000 tengeri mérföldet tesz lehetővé
- Egy dízel hajóhoz képest akár 95%-kal alacsonyabb lehet az MF Hydra a szén-dioxid-kibocsátása.
- Az MF Hydra kapcsán gyűjtött tapasztalatok alapján a hidrogén hajózás elterjedésének egyik fő korlátja a tengeri hidrogénellátási lánc és a bunkerelési csomópontok hiánya, illetve a hidrogén üzemanyag magas ára.

Norvégia - Torghatten Nord



**Lokáció**

Norvégia

**Projektgazda**

Torghatten Nord

**CAPEX**

4,9 milliárd NOK (€428 millió)

**Finanszírozás**

n.a

**Ütemezés**

2022-2025.

**Partnerek**

- Norwegian Ship Design (hajótervező),
- PowerCell (üzemanyagcella)
- GreenH AS (hidrogén szolgáltató)

**Projekt leírása**

- A Torghatten Nord két új hidrogénhajót épít, és két 2012-ben épült LNG üzemű komphajót alakít át alacsony károsanyag-kibocsátásúvá (az átalakított hajók bioüzemanyaggal fognak üzemelni).
- Az új komphajók vegyes üzeműek lesznek, a hidrogén mellett biodízzel, biogázzal, elektromos árammal vagy ezek kombinációjával való működésük is biztosítva lesz. Az üzemeltetésük tekintetében az a kikötés, hogy a komphajók éves energia felhasználásának 85%-át hidrogénnel kell biztosítani, és a felhasznált hidrogént alacsony kibocsátású módszerekkel kell előállítani.
- A kompok 2025. október 1-jén kezdik meg működésüket Bodo és a Lofoten között.
- Az új kompok körülbelül 120 méter hosszúak lesznek, 120 autó és 599 utas szállítására alkalmasak.
- A kompok üzemanyagcelláját (Marine System 200) a PowerCell szállítja, amely 6 MW energiát biztosít a hajóknak. Az üzemanyagcellákra a PowerCell 15 éves támogatást nyújt (2025-2040 között).
- A kompokhoz a hidrogént a GreenH fogja biztosítani a Langstranda partjánál épülő napi 6-10 tonnás hidrogéntermelő kapacitással bíró üzemével.

**Tapasztalatok**

- A két hidrogénüzemű komp egész évben üzemelni fog, és várhatóan naponta 5-6 tonna zöld hidrogén lesz a fogyasztásuk.
- A két LNG komp átalakításával és a 2 új hidrogén komppal éves szinten 26 500 tonnával csökkenhet a széndioxid kibocsátás, ami 13 ezer dízel autó kibocsátásával egyenértékű.
- Az üzemeltetés további előnyei közé tartozik, hogy a komphajók 60%-kal nagyobb utaskapacitással és 40%-kal nagyobb kapacitással rendelkeznek a személygépkocsik számára.

Norvégia - With Orca





Lokáció



Projektgazda



CAPEX



Finanszírozás

Norvégia

Egil Ulvan Rederi

n.a

n.a



Ütemezés



Partnerek

2022-2024.

- Norwegian Ship Design (hajótervező),
- Statkraft, Skagerak Energi (hidrogén szolgáltató)



Projekt leírása

- Egil Ulvan Rederi norvég hajótulajdonos tovább folytatja a kibocsátásmentes hidrogénüzemű teherszállító hajó projektjét, miután megszerezte a Lloyd's Register (LR) elvi jóváhagyását. A hajó 2024. év elején állhat forgalomba, és hosszú távú szerződést köthet a Felleskjøpet Agri és a Heidelberg Cement teherhajótulajdonosokkal.
- A Norwegian Ship Design által tervezett With Orca névre keresztelt hajó az LR szerint teljesen kibocsátásmentes lesz.
- A norvég Statkraft és a Skagerak Energi által szállított hidrogénnel működik majd, amelyet a fedélzeten sűrített formában tárolnak. A hajó egy hidrogén belsőégésű motorral lesz felszerelve, amelyet optimalizálnak a hatékonyság növelése érdekében. A hajó üzemanyagcellás rendszerrel is rendelkezik majd, amely alacsony terhelés esetén energiatermelést tesz lehetővé.
- A 88 méter hosszú, 5 500 tonnás hajó működtetéséhez szükséges energia jelentős részét közvetlenül a szélből fogja kinyerni két nagyméretű rotoros vitorla segítségével. A hajó a többlet energiát akkumulátorokban is képes lesz tárolni.
- A hajó a tervek szerint 2024 elején állhat forgalomba, útvonala többnyire az Északi-tenger nyílt vizein lesz, és nyugatról kelet-Norvégia irányába szállít majd kőzetanyagot, illetve az ellenkező irányba gabonát.



Tapasztalatok

- Az LR a kockázatalapú HAZID-tanúsítás elvégzése után adta meg az AiP tanúsítványt a hajóhoz. Az LR-t az összetett projekt minősítő társaságának a hidrogénüzemű hajókkal és az új üzemanyagokat használó projektekkal kapcsolatos tapasztalata és szakértelme miatt választották.
- A projekt mérföldkővet jelent a hajózási ágazat kibocsátásmentes jövője felé vezető úton.

Norvégia - HySHIP projekt: Topeka



**Lokáció**

Norvégia

**Projektgazda**

Wilhelmsen

**CAPEX**

n.a

**Finanszírozás**

EU Horizon 2020: €8 millió támogatás
Norvég államtól kapott támogatás: €19 millió

**Ütemezés**

2020-2024.

**Partnerek**

- A 14 tagú HySHIP konzorciumot a norvég Wilhelmsen globális hajózási vállalat vezeti, valamint az Equinor és a Strathclyde University (Egyesült Királyság) is részt vesz benne

**Projekt leírása**

- A projekt célja, egy nulla-kibocsátású prototípus hajó építése, amely folyékony zöld hidrogént (LH2) használ üzemanyagként, mely megépítése és működtetése során szerzett tapasztalatok által az LH2 vonzó üzemanyaggá válhat az európai hajózásban.
- A nyitott fedélzetű, roll-on/roll-off (RoRo) hajónak tervezett 2500 m2-es Topeka prototípus 1 MWh kapacitású akkumulátorcsomaggal és egy speciális, 3 MW teljesítményű protoncserélő membrános hidrogén üzemanyagcellával működik, amelyet a partról származó energiával töltenek.
- A hajók működéséhez szükséges hidrogént elektrolízissel fogják előállítani, amelyet a norvég nemzeti hálózatról származó zöld áram táplál.
- A projekt során 2 egyforma RoRO hajót építenek, amelyek 2024. januárjában kezdenek meg a működésüket.
- Továbbá a HySHIP projekt több azonos működési elvű LH2-hajtású hajót is kifejleszt, köztük egy kisebb, 0,5 MW teljesítményű, belvízi közlekedésre alkalmas tartályhajót, egy gyorskompot és egy 20 MW teljesítményű mélytengeri hajót.

**Tapasztalatok**

- A projekt során szerzett tapasztalatok nagymértékben hozzájárulhatnak a hidrogén technológia tengeri közlekedésben való elterjedésében.

Franciaország – Zulu06



 **Lokáció**

 **Projektgazda**

 **CAPEX**

 **Finanszírozás**

Franciaország

Compagnie Fluvial de Transport (CFT)

n.a

EU FLAGSHIPS projekt

 **Ütemezés**

 **Partnerek**

2021-2023.

- ABB, Ballard (üzemanyagcella-rendszer szállító)

 **Projekt leírása**

- A Zulu06, egy újonnan épített önjáró uszály , amelynek tulajdonosa és üzemeltetője a Compagnie Fluvial de Transport (CFT), mely a Sogestran Group leányvállalata.
- A Zulu06 a világ első üzemanyagcellás és hidrogénnel működő kereskedelmi teherszállító hajója.
- A hajó két darab Ballard 200 kW-os FCwave™ moduljával van felszerelve, amelyet egy 350 kg-os, sűrített hidrogént (300 bar) tartalmazó hidrogéntároló egységgel együtt építettek be
- A Zulu06 hajóváza 2022. februárjában készült el Romániában és ezt követően a francia Le Havre városában az ABB és a Ballard hidrogénberendezéseit telepítették a hajóba a Sogestran technikai csapata által.
- A folyami uszály 2023. harmadik negyedében indult útnak a Szajrán Gennevilliers és Bonneuil-Sur-Marne közötti útvonalon

 **Tapasztalatok**

- A folyami uszály elektrolízisből előállított sűrített hidrogéngázt fog használni, ami nem csak nulla kibocsátású működést tesz lehetővé, hanem megteremti a helyi szintű szén-dioxidmentes közlekedés alapját is, mind a tengeren, mind a belvízi hajózás tekintetében

Belgium – Hydroville



	Lokáció	Belgium, Kruibeke és Antwerpen között		Ütemezés	2017-
	Projektgazda	Compagnie Maritime Belge (CMB)			
	CAPEX	n.a			
	Finanszírozás	n.a			
			Partnerek		
			n.a		

**Projekt leírása**

- Az első európai hidrogén hajó kísérleteként 2017-ben került megépítésre a Hydroville, mely hajó csúcsidőben szállítja a CMB alkalmazottait Kruibeke és Antwerpen között, hogy elkerülje a forgalmi dugókat.
- A Hydroville 2017-ben indult útjára a világ első hidrogénüzemű személyszállító hajójaként.
- Két belső égésű motorral van felszerelve, amely lehetővé teszi, hogy hidrogénnel és gázolajjal is működjön.
- Mivel a hidrogén a hajó belső égésű motorjában kerül elégetésre, amely közben bizonyos mértékű nitrogén-dioxid keletkezik, e hajó nem tekinthető kibocsátásmentesnek.

**Tapasztalatok**

- A Smart Green Shipping Alliance alapítója szerint a kishajózási ágazat kiváló "kísérleti terep" a nagy kereskedelmi hajókra vonatkozó tiszta technológiai megoldások fejlesztéséhez

Belgium – Hydrocat 48



Lokáció

Belgium, Kruibeke és Antwerpen között



Projektgazda

Vestas



CAPEX

n.a



Finanszírozás

n.a



Ütemezés

2017-2022



Partnerek

- Windcat Workboats
- CMB.TECH (hidrogén befecskendező rendszer)
- MAN Engines (hibrid motor)



Projekt leírása

- A Hydrocat 48 a Vestas dán gyártó a Windcat Workboats hosszú távú beszállítójával kötött kísérleti programja során készült el 2022-ben, tervezetten az Antwerpeni Kikötői Hatóság (Belgium) fogja használni a napi működéshez.
- A személyhajó kettős üzemanyaggal (hidrogén és tengeri gázolaj) működik
- A kísérlet célja annak vizsgálata, hogy a hidrogén üzemű személyszállító hajó hogyan segíthet csökkenteni a tengeri szolgáltatási tevékenységből származó szén-dioxid-kibocsátást, továbbá tapasztalatok gyűjtése azzal kapcsolatban, hogy a mindennapi működés során milyen lehetőségei és korlátjai vannak a hidrogénüzemű hajóknak.
- A kísérlet során a hajó főként szürke hidrogénnel fog működni, mivel a szükséges mennyiségben nem áll rendelkezésre zöld hidrogén.
- A kísérleti projekt és így a Hydrocat 48 használata révén a Vestas célja, hogy a zöld hidrogén számára olyan utat dolgozzon ki a tengeri üzemeltetésben, amelyet a zöld hidrogén megfelelő érettségi szintjének elérését követően lehet majd hasznosítani.
- A 2022. májusában elvégzett tesztek és tankolás alapján a hajó üzembe állítása megtörtént.



Tapasztalatok

- A várakozások szerint a Hydrocat 48 potenciálisan 80%-kal kevesebb üzemanyagot használ, mint egy dízel üzemű hajó.
- Ez 158 tonna CO₂-megtakarítást eredményezhet, ami a hagyományos hajókhoz képest 37 százalékkal kevesebb szén-dioxid-kibocsátást jelent.
- A CMB.TECH és a Windcat Workboats a motorteljesítmények további optimalizálásán és a hidrogén arányának növelésén dolgozik. A hosszú távú terv a technológia és az infrastruktúra fejlesztése, hogy végül egy belső égésű motoron keresztül egy üzemanyagot használata elegendő legyen.
- A hidrogén technológia elterjedéséhez a hidrogénellátási láncnak még fejlődnie kell ahhoz, hogy minél több helyen könnyen hozzáférhetővé váljon.

Belgium – Elevation Series



**Lokáció**

Belgium

**Projektgazda**

Windcat Workboats

**CAPEX**

n.a

**Finanszírozás**

n.a

**Ütemezés**

2022-2025

**Partnerek**

- Damen Shipyards (hajógyártó)
- CMB.TECH

**Projekt leírása**

- A Windcat Workboats a Damen Shipyards hajóéépítővel együttműködve belekezdett az „Elevation Series” nevű hidrogénüzemű hajók fejlesztésébe, amelyek a tengeri szélérőműparkok üzembe helyezéséhez lesznek használhatók. (Commissioning Service Operation Vessel - CSOV). A CSOV egy olyan hajó, amely hosszabb, akár 30 napos időtartamra egy tengeri szélérőműparkban marad, karbantartási anyagokat biztosít, és a technikusokat szállodaszerűen elszállásolja.
- A CSOV-okat a vietnami Ha Long hajógyárban építik, és a Windcat Offshore, a Windcat új üzleti egysége számára szállítják, amely a tengeri energiaipari üzembe helyezésre és szolgáltatásokra összpontosít. Kezdetben két hajót rendeltek meg, további hajókra vonatkozó opciókkal. A sorozatot 2025-től szállítják majd le.
- A hajók 87 méter hosszúak, 20 méter szélesek, 120 fő befogadására alkalmasak a fedélzeten.
- Az „Elevation series” hajók a legújabb közlekedőfolyosóval, daruval, hajtóművekkel, hibrid akkumulátor-technológiával és tengeri töltési lehetőséggel lesznek felszerelve.
- A hajók CO2-lábnyomának jelentős csökkentése érdekében a Windcat és a CMB.TECH ugyanazt a kettős üzemanyaggal működő hidrogéntechológiát biztosítja az Elevation Series számára, mint a Hydrocat, a világ első hidrogénüzemű személyszállító hajója (CTV) fedélzetén.

**Tapasztalatok**

- Az „Elevation Series” hajókkal kapcsolatos tapasztalatok várhatóan döntő mértékben hozzájárulnak a hidrogénnek a közepes méretű hajókon üzemanyagként való felhasználásával kapcsolatos szabályok és előírások kidolgozásához is.
- A Windcat úgy véli, hogy ezek a hajók a következő lépést jelentik a gyorsan növekvő tengeri szélenergia-ágazatban.

Németország – Berlin



Lokáció

Németország, Berlin



Projektgazda

Hermann Barthel



CAPEX

€14,6 millió



Finanszírozás

A német Szövetségi Közlekedési és Digitális Infrastruktúraügyi Minisztérium által nyújtott támogatás: €9 millió



Ütemezés

2019-2024



Partnerek

- Lüneburger Hafen GmbH (fejlesztés)
- Tesztelésben partnerek: Berliner Hafen- und Lagerhausgesellschaft (BEHALA), Ballard Power Systems, ARGO-ANLEG, Schiffselektronik Rostock, EST-Floattech, HGK Shipping



Projekt leírása

- A hajó 2022. áprilisában érkezett meg a Berlin közelében lévő Port of Westhafenbe, ahol elkezdték a tesztelését. Az Elektra tesztelésére eleinte a Berlin környéki vízi utakon került sor, ahol a tolóhajót elsősorban áruszállításra használják. A teszteket a Hermann Barthel a Berliner Hafen- und Lagerhausgesellschaft (BEHALA), a Ballard Power Systems, az ARGO-ANLEG, a Schiffselektronik Rostock, az EST-Floattech és a HGK Shipping társaságokkal együttműködve végezte.
- A prototípus a tervek szerint 2023. őszén kezdi meg első hosszú távú útját Hamburgba, majd 2024-ben további teszteken fog a hajó átmenni, mely során Hamburg és Berlin között fog közlekedni.



Tapasztalatok

- A fejlesztés és a tesztelés betekintést adott abba, hogy a Ballard üzemanyagcella-technológiája hogyan működik a vízen, és a Ballard továbblépett a tengeri környezetre tervezett és gyártott FCwave™ üzemanyagcella-modul kifejlesztésében. A projektcsoporthoz arra számít, hogy az Elektra hidrogén üzemanyagcellás technológiát mind a belvízi, mind a tengerpart menti vizeken egyaránt közlekedő hajók széles skálájára adaptálhatóvá teszi.

Németország – Hamburg



**Lokáció**

Németország, Hamburg

**Projektgazda**

HADAG

**CAPEX**

n.a

**Finanszírozás**

n.a

**Ütemezés**

2022-2024

**Partnerek**

- Schiffbau- u. Entwicklungsgesellschaft Tangermünd (hajógyár)
- naValue (hajótervezés)
- Danfoss Power Solutions (hajtásrendszer)

**Projekt leírása**

- 2022. októberében Hamburg kompüzemeltetője, a HADAG bejelentette, hogy a megrendelt három plug-in hibrid komphajót előkészítik a hidrogén üzemanyagcellák későbbi integrálására, ami lehetővé teszi a jövőbeni kibocsátásmentes üzemeltetést.
- Hamburg tömegközlekedési szolgáltatásainak szerves részét képezi a személyszállító kompjárat. Nyolc útvonalon, 20 különböző mólónál megállva a kompokat évente mintegy 9 millió utas használja
- A németországi Tangermündben, a SET (Schiffbau- u. Entwicklungsgesellschaft Tangermünd) hajógyárban megrendelt hajók a Danfoss Power Solutions Editron részlegének hajtásrendszereivel lesznek felszerelve. A hajtáslánc magában foglalja a szárazföldi csatlakozást, az akkumulátortárolót, valamint a meghajtási és a váltakozó áramú hálózatot tápláló teljesítménymodulokat, amelyek mindegyike egy kompakt egyenáramú összeköttetéssel van összekötve, amely egyedülálló és szabadalmaztatott szelektivitással rendelkezik a nagyfokú rendszerbiztonság érdekében. Az Editron mágneses generátora egy Scania dízelmotorral párosul, hogy változó fordulatszámú áramfejlesztőt hozzon létre, amely energiát biztosít az akkumulátorok töltéséhez vagy a meghajtás tartalékként.

**Tapasztalatok**

- Az első plug-in hibrid komphajó, amely 250 utas szállítására lesz alkalmas, 2024-ben kerül átadásra a HADAG-nak, a másik két hajó pedig várhatóan még ugyanebben az évben követi majd. A HADAG emellett opciót kapott további három, az üzemanyagcellás technológiával felszerelt komp megrendelésére, amelyeket a város meglévő személyszállító kompflojtájára is fel lehetne szerelni
- A város igyekszik dekarbonizálni a közlekedési ágazatát, amely 2018-ban a teljes kibocsátás 29%-áért volt felelős. Hamburg tagja a Karbon-semleges Városok Szövetségének, és célul tűzte ki, hogy 2030-ra 55%-kal, 2050-re pedig legalább 95%-kal csökkenti a kibocsátást. A plug-in hibrid komphajók hozzájárulhatnak e célhoz.

Hollandia - Future Proof Shipping (FPS): FPS Maas



	Lokáció	Hollandia, Rotterdam		Ütemezés	2020-2023
	Projektgazda	Future Proof Shipping (FPS)		Partnerek	- Holland Shipyards Group (HSG) (hajók építése, átalakítása) - Oechies (rendszer integrátor) - EST-Floattech (hibrid H2-elektromos hajtómotor) - Air Liquide (hidrogén szállító)
	CAPEX	€4m (FPS Maas)			
	Finanszírozás	Interreg North Sea Region Program, Dutch RVO (Subsidie Duurzaam Scheepvaart scheme)			
	Projekt leírása	FPS Waal és FPS Maas két hidrogénhajtású belvízi konténerszállító hajó, amelyeket a Future Proof Shipping (FPS) üzemeltet. - Mind a FPS Maas, mind FPS Waal a holland Future Proof Shipping (FPS) tulajdonában és üzemeltetésében vannak, és dízelüzemről kerültek hidrogénüzeművé átalakításra. - A hajókba a 100%-ban kibocsátásmentes hajózás érdekében a hajó belsőégésű motorját eltávolították, és egy új, nulla kibocsátású meghajtórendszert építettek be. - A hajók a Flagships projekt részeként kerültek átalakításra, amelynek célja a nulla kibocsátású vízi közlekedés megteremtése. FPS Maas: - A hajó konténereket szállít Hollandia és Belgium között a Maas folyón. - Átalakításakor a hidrogén üzemanyagcellás rendszert a hajó rakterében helyezték el, a hidrogént az üzemanyagcellás rendszer fölött két konténerben helyezik el (kb. 1000 kg 300 bar nyomáson). - A hajóhoz a 504 kWh kapacitású hibrid H2-elektromos hajtómotort a EST-Floattech szállította. - Az EST-Floattech megbízható és DNV tanúsítvánnyal rendelkező Green Orca rendszerét használják csúcsidő-csökkentésre, másodlagos és áthidaló energiára. - Az FPS Maas 2023 májusában készült el, az átalakítást követően a hajót átkeresztelték H2 Barge 1 névre - A hajókhöz az Air Liquide szállítja a hidrogént egy speciálisan szárazföldi hajózásra tervezett hidrogéntárolón keresztül. - A hidrogént sűrített formában tárolják konténerekben, amelyeket a fedélzeten hidrogén üzemanyagtartályként használnak. Ha a tartályok kiürülnek, kicserélik őket teli tartályokra, és újratöltés céljából az Air Liquide töltőközpontjába szállítják őket.			

Hollandia - Future Proof Shipping (FPS): FPS Waal



Lokáció

Projektgazda

CAPEX

Finanszírozás

Hollandia

Future Proof Shipping (FPS)

n.a

Interreg North Sea Region Program,
Dutch RVO (Subsidie Duurzaam
Scheepvaart scheme)

Ütemezés

Partnerek

2020-2023

- Holland Shipyards Group (HSG) (hajók építése, átalakítása)
- Oechies (rendszer integrátor)
- Ballard (üzemanyagcella)
- Air Liquide (hidrogén szállító)

Projekt leírása

- FPS Waal:**
 - A második konténerhajó, az **FPS Waal** 2023. augusztusában érkezett meg a Holland Shipyards Group (HSG) hajóépítő üzemébe, ahol a hajó hidrogénüzeművé való átalakítása megkezdődött.
 - Az átalakítási munka magában foglalja a PEM üzemanyagcellák (Ballard hat darab 200 kW-os FCwave™ üzemanyagcellamodul), a hidrogéntároló, az akkumulátorcsomagok és az elektromos hajtáslánc telepítését.
 - A hajó konténereket szállít a Rotterdam (NL) és Duisburg (D) közötti belvízi szállítási útvonalon.
- A hajókhöz az **Air Liquide szállítja a hidrogént** egy speciálisan szárazföldi hajózásra tervezett hidrogéntárolón keresztül. A hidrogént sűrített formában tárolják konténerekben, amelyeket a fedélzeten hidrogén üzemanyagtartályként használnak. Ha a tartályok kiürülnek, kicserélik őket teli tartályokra, és újratöltés céljából az Air Liquide töltőközpontjába szállítják őket.

Tapasztalatok

- Az Air Liquide által tervezett üzemanyag-töltési megoldás gyors és biztonságos hidrogén-utántöltést tesz lehetővé.
- Az FPS Maas átalakításával az éves CO2 kibocsátás várhatóan évente 2 000 tonnával csökkenhet.
- A becslések szerint a WSP Waal folyásirány feletti rész (Rotterdamtól Duisburgig) körülbelül 1 250 kg H2-t, a folyásirányú rész pedig 350 kg H2-t fog fogyasztani.
- Az FPS számításai szerint a hajók hidrogénnel való üzemeltetése csak 0,2%-kal drágább, mint a dízelüzeműeké

Egyesült Királyság - SEA-KIT



Lokáció

UK, Essex



Projektgazda

SEA-KIT International



CAPEX

n.a



Finanszírozás

Közlekedési Minisztérium (DfT), InnovateUK
(Clean Maritime Demonstration Competition
(CMDC) keretén belül)



Ütemezés

2021-2023



Partnerek

- Bramble Energy (üzemanyagcella)



Projekt leírása

- A SEA-KIT, a fedélzet nélküli felszíni hajókat (USV-k) tervező és építő vállalat finanszírozást nyert a Bramble Energy által tervezett PCB-alapú hidrogén üzemanyagcella telepítésére a 12 méteres "Maxlimer" USV-re, és a kibocsátásmentes tengeri műveletek bemutatására.
- A SEA-KIT 2021-ben nyert támogatást az Egyesült Királyságban a Clean Maritime Demonstration Competition (CMDC) keretén belül, amelyet a Közlekedési Minisztérium (DfT) finanszírozott az InnovateUK-al együttműködve.
- A SEA-KIT USV-k kettős dízel-elektromos hibrid meghajtással rendelkeznek, a meghajtást egy elektromos motor biztosítja, amelyet a helyszínen elhelyezett dízelgenerátorok által feltöltött akkumulátorok táplálnak. Ez a projekt az egyik dízelgenerátort a Bramble Energy új hidrogén-üzemanyagcellás technológiájával helyettesíti, és demonstrálja a szén-dioxid-kibocsátásmentes tengeri üzemeltetést.
- A SEA-KIT a bemutatóhajóját, az USV "Maxlimer"-t fogja átalakítani.
- Az USV-eket már most is számos kereskedelmi feladatra alkalmazzák, beleértve a geofizikai felmérést, a tengeri ellenőrzéseket, a felügyeletet és a part menti eszközök megfigyelését. A SEA-KIT és a Bramble Energy közötti együttműködés célja, hogy a hidrogénüzemanyag-rendszerek a gyorsan növekvő USV-piac egy újabb életképes lehetőségeként jelenjenek meg.



Tapasztalatok

- A laboratóriumi tesztek és a tengeri próbák során gyűjtött adatokat felhasználják majd a hasonló USV-k tervezésénél és építésénél, valamint a közeljövőben a nagyobb, személyzet nélküli hajók építésénél.
- A projekt bemutatja a SEA-KIT USV-konstrukciójának sikeres dízel-hidrogén átalakítását, és demonstrálja az Egyesült Királyság Tiszta Tengeri Terv Stratégiájának azon kötelezettségvállalását, hogy 2050-ig legalább 50%-kal csökkenti a hajózásból származó üvegházhatású gázok kibocsátását.

Egyesült Királyság - SEA-KIT



	Lokáció	UK, Essex		Ütemezés	2023-2028
	Projektgazda	SEA-KIT International		Partnerek	- Marine Zero (tervek jogszabályoknak való megfelelés, adagolóberendezés tervezésében és integrálásában) - Port of London Authority (PLA) (konzorciumi partner)
	CAPEX	n.a.			
	Finanszírozás	Közlekedési Minisztérium (DfT), Zero Emissions Vessels and Infrastructure (ZEVI)			

**Projekt leírása**

- A SEA-KIT International a Zero Emissions Vessels and Infrastructure (ZEVI) pályázat keretében állami támogatást nyert egy hidrogénüzemű, fedélzet nélküli felszíni hajó (USV) tervezésére és gyártására.
- A ZEPHR - Zero Emissions Ports Hydrogen Refilling Survey Vessel - elnevezésű projekt célja, hogy a kikötőüzemeltetők és az érdekelt felek számára kiterjessze a hajók üzemeltetését a teljes energiaátadás révén, a könnyen hozzáférhető zöld villamos energiától a 100%-ban zöld hidrogén előállításáig, sűrítéséig, tárolásáig és adagolásáig.
- A Port of London Authority (PLA) konzorciumi partner a londoni Temzén található hidrogéntöltő állomásnak ad otthont, és ezt követően a ZEPHR USV-t fogja üzemeltetni.
- Az új USV a hidrográfiára és a környezeti adatok gyűjtésére fog összpontosítani. A hajó két hidrogén üzemanyagcellás rendszert fog használni.
- A konfigurálható ZEPHR USV platform elsődleges hasznos teherként egy nagy felbontású, többsugaras echoszondával rendelkezik, amely további érzékelők, például LiDAR, kamerák, valamint környezeti megfigyelő és mintavevő berendezések felszerelésére is alkalmas. A hajó képes lesz arra is, hogy légi drónokat indítson és hozzon vissza földmérési, megfigyelési, keresési és mentési célokra.

**Tapasztalatok**

- A projekt bemutatja a SEA-KIT USV-konstrukciójának sikeres dízel-hidrogén átalakítását, és demonstrálja az Egyesült Királyság Tiszta Tengeri Terv Stratégiájának azon kötelezettségvállalását, hogy 2050-ig legalább 50%-kal csökkenti a hajózásból származó üvegházhatású gázok kibocsátását.
- Az ötéves projekt támogatja a környezeti monitoringot, a tudományos és ipari kutatási programokat, valamint a tengeri hidrogén autópálya programba való betáplálást is - mindezek a Temze Vision 2050 kulcsfontosságú elemei, amelyek támogatják a PLA-t, partnereinket és érdekelt feleket fenntarthatósági céljaik elérésében.

USA – Sea Change





Lokáció



Ütemezés

USA, Kalifornia

2019-2023



Projektgazda



CAPEX



Finanszírozás

SWITCH Maritime

n.a

\$3 millió (€2,8 millió): California Air Resources Board (CARB)-tól kapott támogatás
\$5 millió (€4,7 millió):KeyBank-tól kapott kölcsön



Partnerek

- All American Marine (hajógyártás)
- Incat Crowther (hajó tervezés)
- Zero Emissions Industries (üzemanyagcellás energiacsomag)
- BAE Systems (elektromos meghajtócsomag)



Projekt leírása

- Az első hidrogén üzemanyagcellás komphajó az USA-ban a 75 utas befogadására alkalmas Sea Change nevet viselő komphajó, mely az All American Marine hajógyárban épült az Incat Crowther által készített tervek alapján.
- A komphajó megépítéséhez 2016-ban készült el a megvalósíthatósági tanulmány, majd a hajó tulajdonosa, a SWITCH Maritime 2018-ban nyert hozzá támogatást a California Air Resources Board (CARB)-tól.
- A hajó építése 2019-ben kezdődött el és a hajó 2021. augusztusában készült el, 2021. novemberében tankolták meg először. Működése 2022. júniusra volt tervezve a San Francisco-i öbölben, azonban a hiányos szabályozói környezet és az Egyesült Államok Parti Őrségének jóváhagyási ideje késleltette az indulást.
- A hajó 2023. március 13-án érkezett a kaliforniai öbölbe és augusztusban állították forgalomba. A hajó 6 hónapig demonstrációs céllal fog közlekedni a kaliforniai öbölben. A komp üzembe helyezése óta a város északi vízpartján lévő 41-es móló és a San Francisco belvárosi kompikötő között szállít utasokat



Tapasztalatok

- A kompban elhelyezett hidrogén üzemanyagcellák elektromos áramot termelnek az elektromos motorok működtetéséhez, így a hajó akár 300 tengeri mérföldes távolságot is képes megtenni, és akár 20 csomós sebességet is elérhet.
- A hiányos szabályozói környezet és a jóváhagyási folyamat lassította a komp üzembeállítását
- A várakozások szerint a Sea Change projekt további hidrogénüzemanyagcellás hajókhoz vezethet, beleértve a nagyobb kompokat, sétahajókat és tartályhajókat. A hidrogén üzemanyagcellás hajók elterjedését azonban jelenleg még korlátozzák a magas költségek és a nagyméretű üzemanyagcellás rendszerek.

USA – Hydrogen One



	Lokáció	USA, Louisiana		Ütemezés	2021-2024
	Projektgazda	Maritime Partners		Partnerek	▪ Elliott Bay Design Group (EBDG) (hajótervezés) ▪ e1 Marine (technológiai szolgáltató) ▪ ABB (elektromos energia megosztás) ▪ PowerCell
	CAPEX	n.a			
	Finanszírozás	n.a			

Projekt leírása

- 2024-ben állhat üzembe a világ első olyan technológiával működő vontatóhajó, ami metanolt hidrogénné alakít át, a hajó nem rendelkezik dízel motorral. A hajót a Hydrogen One névre keresztelték.
- A hajó elkészülte után a Jeffersonville-i székhelyű American Commercial Barge Line (ACBL) tengeri szállítási vállalat fogja üzemeltetni, és valószínűleg kőolajtermékeket fog szállítani Louisiana és Texas államban és környékén.
- A Hydrogen One várhatóan akár 550 mérföldet is képes lesz normál üzemi sebességgel megtenni, mielőtt újratöltésre lenne szükség.

Tapasztalatok

- Az M/V Hydrogen One az e1 Marine reformer-technológiáját alkalmazva igény szerint hidrogént állít elő metanolból, ami lényegesen biztonságosabbá teszi a hidrogén közvetlen átvitelénél és tárolásánál, és várhatóan a hajó legénységének minimális további képzésre lesz szüksége a technológia használatához.

Japán - Hydrobingo


Lokáció

Japán


Projektgazda

CMB X Tsuneishi Group


CAPEX

n.a


Finanszírozás

n.a


Ütemezés

2021


Partnerek

- Volvo Penta (belső égésű motor)
- Tokuyama (hidrogén szállító)


Projekt leírása

- A CMB (Compagnie Maritime Belge) belga hajózási és logisztikai vállalat 2019 óta együttműködik a japán hajózási és hajóépítő Tsuneishi csoporttal. Közös hidrogénüzemű hajókat fejlesztenek a japán piac számára. Az első megvalósításukat, egy 80 személyes hidrogénkompot követően 2021-ben bejelentették egy közös vállalat (JPNH₂YDRO) létrehozását, amely további projekteket kísérne.
- 2021. augusztusában Tsuneishi és a CMB bemutatta a Hydrobingót, a mely a két társaság közös vállalkozása, a JPNH₂YDRO által valósult meg. A hajó üzemeltetését is e közös vállalkozás végzi.
- A Hydrobingo az első 80 utasos komphajó, amely két hidrogén-dízel belsőégésű motorral rendelkezik. A tengeri alkalmazáshoz alkalmas két üzemanyaggal működő belsőégésű motor a Volvo Penta és a CMB.TECH együttműködése által került megalkotásra.
- A hajó megkapta a Japán Vízi járműveket vizsgáló szervezet (JCI) vizsgálati engedélyét is.
- A komp két hidrogén-dízel motorja egyenként 441 kW teljesítményű, így a maximális sebesség 26 csomó, az utazósebesség pedig 18 és 22 csomó között van.
- A komp által használt hidrogén üzemanyagot a Tokuyama vegyipari vállalat szállítja.
- A Hydrobingo a hajó tatján egy mobil hidrogén szállító pótkocsival van felszerelve, amely egy speciális, duplafalú csővezetéken keresztül szállítja a hidrogént a motorhoz. Az utánfutó egy rámpán keresztül könnyen kirakodható, és újratöltés céljából egy töltőállomásra vihető.


Tapasztalatok

- A Hydrobingo CO₂-kibocsátása a hagyományos dízelmotorral üzemelő hajóhoz képest akár 50%-kal alacsonyabb.

Tartalom

1 Vezetői összefoglaló

2 Hidrogén közlekedési tendenciák

3 Nemzetközi jó gyakorlatok - vasút

4 Nemzetközi jó gyakorlatok - hajózás

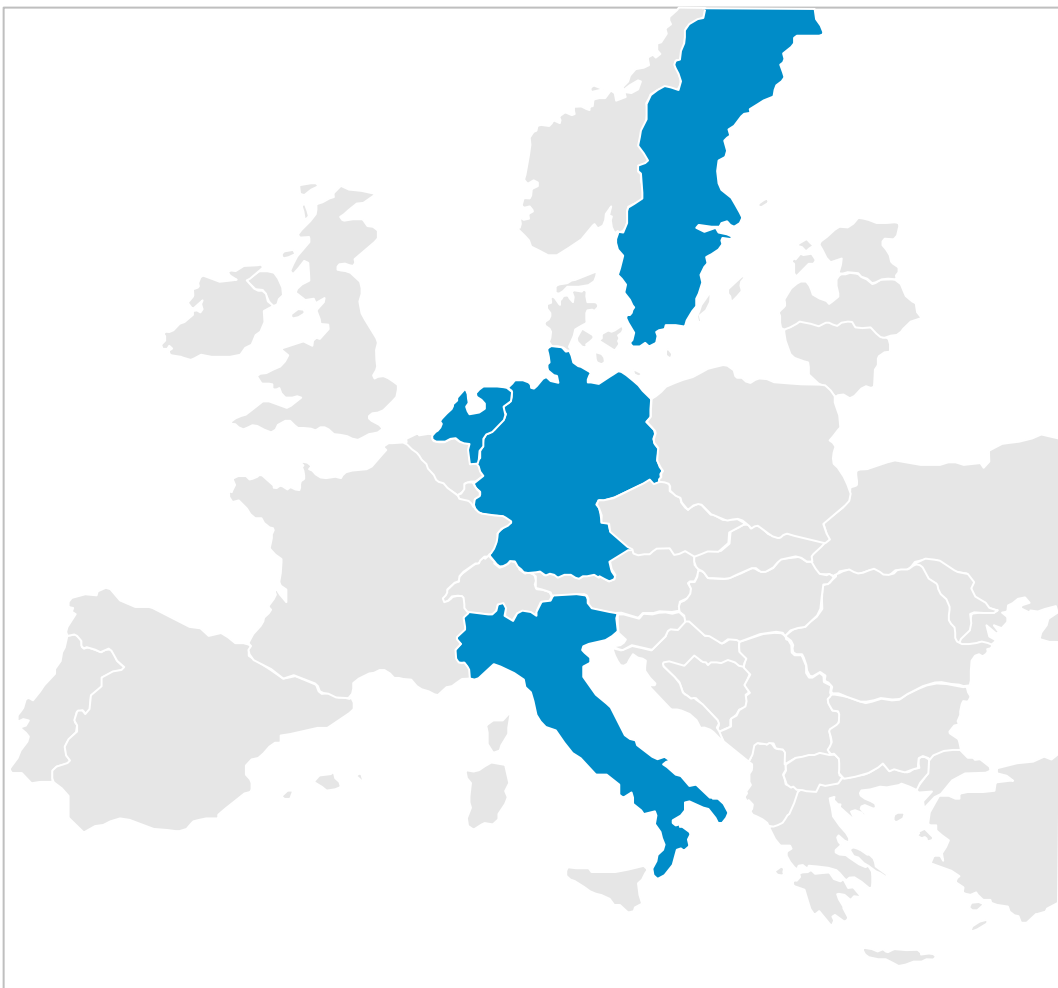
5 **Nemzetközi jó gyakorlatok - mezőgazdaság**

6 Nemzetközi jó gyakorlatok - taxi, car-sharing



A hidrogén mezőgazdasági járművek (traktorok) bevezetésével kapcsolatos tendenciák

Hidrogén traktorok bevezetése – nemzetközi példák

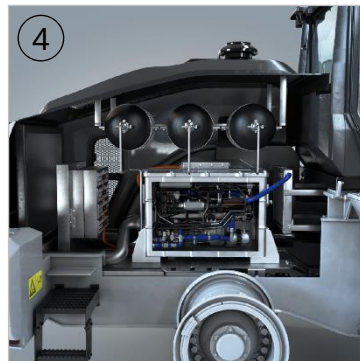
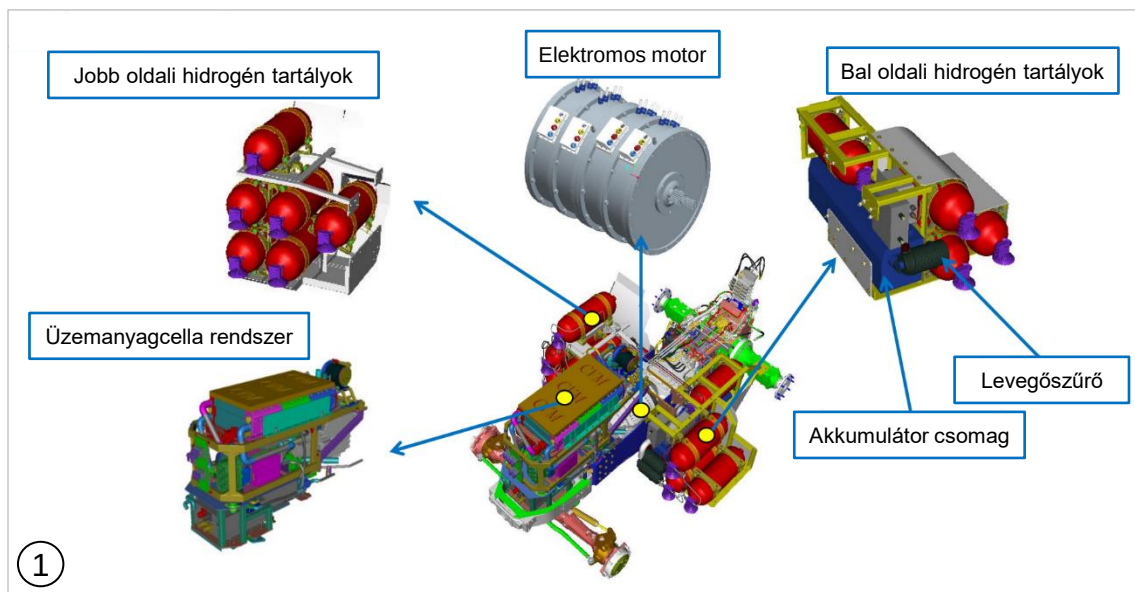


Megállapítások

- A mezőgazdasági gépek tekintetében a hidrogén technológia még gyermekcipőben jár, néhány pilot projekt indult az elmúlt években, amelyek célja a hidrogén üzemű traktorok fejlesztésével, bevezetésével kapcsolatos tapasztalatgyűjtés. A terület nagy úttörője a New Holland, mezőgazdasági cég, illetve a német Fendt vállalat.
- A nemzetközi példák alapján a hidrogén meghajtású mezőgazdasági járművek elterjedésének jelenleg **korlátot jelent a hidrogén ellátási lánc kiforratlansága**.
- A mezőgazdaságban **lehetőséget jelenthet az, ha a gazdálkodók az ellátási lánc kiforratlanságát megkerülve, helyben, maguk állítanak elő a zöld hidrogént**, megújuló energiaforrások felhasználásával. Ezek telepítése ugyan költséges lehet, de a **szabályozási és finanszírozási környezet is egyre inkább kívánja** a fenntartható törekvéseket, a károsanyag-kibocsátás csökkentését.
- A **hidrogén üzemanyag előállítása** több módon is történhet: földgázfelhasználással vagy **a víz elektrolízisével**, amelyen keresztül az elektromosság a vízen keresztül áramlik, hogy elválassza a hidrogén- és oxigénatomokat. A mezőgazdaságban jellemzően az utóbbi releváns.
- A hidrogén mezőgazdasági gépek legnagyobb előnye, hogy használatukkal **csökken a gazdaság károsanyag-kibocsátása**, mivel az üzemanyagcellás gépek pusztán vízgőzt termelnek. Emellett a dízel megoldásokhoz képest halkabbak is.

A mezőgazdasági gépek hidrogén üzemanyagcellás meghajtása még gyerekcipőben jár, de a technológia fejlődésével hamarosan nagyot fog ugrani népszerűségük

A hidrogén üzemanyagcellás traktorok



Technológiai jellemzők

- A hidrogén üzemanyagként való használata a mezőgazdasági járművek és gépek körében egyelőre gyerekcipőben jár. Alkalmazásuk zömében próba jelleggel történik, jellemzően hidrogén üzemanyagcellában, oxigénnel való reakció által hasznosítják.
- A motorháztető alatt a hagyományos belsőégésű motor helyett **üzemanyagcellás technológia** található, amely még csak kevés ideig képes működtetni a traktort. Az üzemanyagcellák a **sűrített hidrogént visszaalakítják elektromos árammá**, amely a hajtásláncot és a segédrendszereket működtető **villanymotorokat hajtja** meg.
- Az üzemanyagcella nagyban hasonlít az akkumulátorhoz, mivel egy pár elektródát használ vezető oldatban. A hidrogén és az oxigén egy-egy elektródán halad át, és **a keletkező elektromos áram működteti a traktor motorját**, a másik pedig a mellékajtást és a segédberendezéseket. A **hidrogént az elektrolízis biztosítja, az oxigén pedig a levegőből** származik.
- A traktorok meghajtásához szükséges **hidrogén előállítás**a több módon is lehetséges, a **legjellemzőbb a víz elektrolízise**. Az elektrolízis folyamatához **szükséges villamos energiát pedig megújuló forrásokból**: szélenergia, napenergia vagy biomassa nyerhetik ki a gazdaságok. A traktor végső soron csak vízgőzt bocsát ki.
- A technológia egyik **nehézsége a hidrogén megfelelő tárolásának megoldása** – legyen az traktor oldalán (1. kép), tetején (2. kép) vagy belsejében (3. és 4. kép), illetve a **zöld hidrogén előállítása és tárolása**.

Németország – Fendt



	Lokáció	Németország, Bajorország, Alsó-Szászország		Ütemezés	2023. Február – 2024. Április
	Projektgazda	H2Agrar – Alsó-Szászország tartomány	 Partnerek - AGCO GmbH (Fendt) - CEC Haren GmbH & Co. KG - University of Applied Sciences Emden/Leer - Technische Universität Braunschweig (IMN) - Röchling Engineering Plastics SE & Co. KG		
	CAPEX	n.a			
	Finanszírozás	A tartomány finanszírozza a projekt 60%-át			

**Projekt leírása**

- A H2Agrar és a Green H2 Hub-Haren közös projekt keretében Alsó-Szászország tartomány finanszírozza a hidrogéninfrastruktúra fejlesztését az emslandi modellrégióban. A zöld hidrogént egy helyi lakossági szélerőműből származó zöld energia segítségével állítják elő, melyet elsősorban a mobilitási ágazatban és a mezőgazdaságban kívánnak felhasználni. Ennek érdekében egy saját töltőállomásparkkal rendelkező infrastruktúra épül ki az alternatív üzemanyagok, például a hidrogén számára, de e-töltőállomások is létesülnek.
- A Fendt hidrogénüzemű traktorok prototípusait fejleszti a H2Agrar közös projekthez. Ezeket a Haren Ems/Emsland modellrégió két mezőgazdasági tesztgazdaságában valós körülmények között fogják használni.

**Tapasztalatok**

- A projekt célja meghatározni a traktorok szükséges hidrogénfogyasztását, és meghatározni a megfelelő infrastruktúra kiépítésének követelményeit. A megszerzett ismereteket a mezőgazdasági járművek CO2-kibocsátásának csökkentésére irányuló további innovatív megoldások kidolgozásához használják fel.
- Amennyiben a pilot projekt sikeres lesz a modellrégióban, úgy a Fendt folytatná a hidrogén meghajtású traktorok gyártását és megkezdené forgalmazásukat is.

Hollandia – New Holland Agriculture



Lokáció

Olaszország, Torinó



Projektgazda

New Holland Agriculture



CAPEX

n.a



Finanszírozás

A vállalat egyéni projektje



Ütemezés

2011



Partnerek

n.a



Projekt leírása

- 2011-ben a New Holland bemutatta az első NH²™ hidrogénüzemű traktort, amely készen állt a mezőgazdasági üzemben való használatra. Az új NH²™ abból a koncepcióból fejlődött ki, amely a 2009-es SIMA-n arany innovációs érmet nyert. A CRF-fel együttműködve fejlesztették ki, amely folyamat során az új gépet minden olyan funkcióval felszerelték, amely biztosítja, hogy a hagyományos dízelüzemű traktorokhoz hasonló teljesítményt nyújtson mind a szántóföldön, mind az úton.
- A New Holland T6.140 sorozatgyártású modellből származik, és az első NH²™ -hez képest az üzemanyagcellák kétszeres teljesítményt nyújtanak, 50-ről 100 kW-ra növelve, mivel most már három, összesen 384 egységet fejlesztő köteg van (az első modellben két köteg volt, amelyek összesen 256 egységet biztosítottak). A teljesítményszintek több mint azonosak egy hasonló méretű, hagyományos motorral felszerelt traktoréval. Ez azonban egy óriási előnnyel jár: a traktor nulla káros kipufogógáz-kibocsátással jár, csak hő és vízgőz keletkezik.



Tapasztalatok

- A traktor előnye, hogy szinte hangtalanul működik, és csak vizet, illetve gőzt bocsát ki. Az üzemanyagcellák hosszú élettartamúak, és nem okoznak olyan környezeti és hulladékkezelési problémákat, mint az akkumulátorok - továbbá idővel sem veszítenek tárolókapacitásukból.
- A cég szerint a hidrogén használatának fő akadályai a disztribúció és a rendelkezésre állás. A New Holland energiafüggetlen gazdaság koncepciója szerint a gazdálkodó saját maga állítja elő a sűrített hidrogént vízből (elektrolízis segítségével) vagy közvetlenül metánból (hulladék vagy biomassza elégetésével). A termelőüzemeket szélturbinákból vagy napelemekből származó energiával látják el, a hidrogént pedig a gazdaságban földalatti tartályokban tárolják. A tervezett koncepció legfőbb előnye a traktorok és kombájnok által a gazdaság és a szántóföld között megtett rövid távolság.
- A hidrogénüzemű NH² traktort az olaszországi Torinóban, La Bellotta farmon alkalmazták először kísérleti jelleggel, hogy megvalósítsák az első energiafüggetlen gazdaságot. A projektről nem tettek közzé folytatódólagos információkat, így a projekt nem lendült tovább a kísérleti fázison.

Hollandia – E-Ox Tractors (korábban H2Trac)



Lokáció

Hollandia



Projektgazda

E-Ox Tractors (korábban H2Trac)



CAPEX

n.a



Finanszírozás

Saját vállalati forrás



Ütemezés

2023. Január – (2015. óta működnek)



Partnerek

n.a



Projekt leírása

- Az Arnhem székhelyű EOX Tractors egyedülálló technológiával és úttörő formatervezéssel gyárt emissziómentes traktorokat mezőgazdasági és infrastrukturális építési célokra. Innovatív, agilis start-up vállalkozásként, kereskedelmi partnerekkel és tudományos intézményekkel együttműködve a piac előtt jár a kibocsátásmentes járművek gyártásában.
- A cég számos területen nyújt innovációkat, úgy mint moduláris-kiterjeszthető alváz, elektromos hajtáslánc-technológiával, négy, egymástól függetlenül vezérelhető kerék, továbbá okos megoldások a vezérlést, munkamenet-tervezést illetően.



Tapasztalatok

- A cég 2023 januárjában pénzügyi problémákra hivatkozva csődeljárást jelentett, majd E-Ox Tractors néven újrászerveződött. A cég vezetői egy új, egyszerűbb modell létrehozását tervezik, mivel az előző teljesen elektromos, illetve hidrogénüzemű traktoraik nem feleltek meg a piaci igényeknek.
- Az újrászerveződött vállalkozás piacképesebbé és a mezőgazdaság számára alkalmasabbá kívánja tenni innovatív termékeit, továbbá mind a gyártás, mind a szervizelés terén partnerségeket tervez létrehozni.
- A jövőben háromféle meghajtási lehetőséget kínálnak majd: hidrogén, dízel-elektromos és teljesen elektromos meghajtású modelleket. Emellett várható egy új változat is, amely megfizethetőbb és környezetbarátabb lesz, minimális vagy semmilyen károsanyag-kibocsátással.

Svédország - PowerCell



Lokáció

Svédország



Projektgazda

PowerCell Sweden AB



CAPEX

n.a



Finanszírozás

Egyéni megrendelés



Ütemezés

2021. Szeptember



Partnerek

n.a



Projekt leírása

- A cég világszínvonalú energiasűrűségű üzemanyagcellás stackeket és rendszereket fejleszt és gyárt helyhez kötött és mobil alkalmazásokhoz. Az üzemanyagcellák tiszta vagy reformált hidrogénnel működnek, és a vízen kívül más károsanyag-kibocsátás nélkül termelnek villamos energiát, illetve hőt. Mivel a stackek és rendszerek kompaktak, modulárisak és méretezhetőek, könnyen alkalmazkodnak az ügyfelek bármely igényéhez.
- Ebből kifolyólag kapott megrendelést két 100 kW-os üzemanyagcellás rendszerre egy globális amerikai mezőgazdasági berendezésgyártótól. A rendszereket traktorok üzemanyagcellás és hidrogénnel történő villamosításának további tesztelésére használták vagy használták volna 2021 harmadik negyedében.



Tapasztalatok

- A projekt kimeneteléről és tapasztalatairól nem osztott meg információkat a vállalat, a honlapjukon pedig már nem elérhető a képen látható prototípus képe sem, mint potenciálisan alkalmazható terület a 100 kW-os rendszerük számára.

Japán – Kubota



Lokáció

Japán, Oszaka



Projektgazda

Kubota



CAPEX

n.a



Finanszírozás

Saját vállalati forrás



Ütemezés

Várhatóan 2025.



Partnerek

n.a



Projekt leírása

- A Nikkei Asia értesülései szerint az oszakai székhelyű Kubota már 2025-ben tömegesen piacra kívánja dobni hidrogénüzemű, üzemanyagcellás traktorát, mivel a japán gyártó szem előtt tartja a nulla károsanyag-kibocsátású gépek iránti növekvő nyugati keresletet. Ebben nagy szerepet játszik a 2050-es nulla károsanyag kibocsátására való törekvés.
- Az Kubota valószínűleg közepes, illetve nagyméretű, 50 és 100 lóerő közötti teljesítményű üzemanyagcellás traktorokat fog piacra dobni, a fejlesztésük jelenleg is zajlik. Érdekesség, hogy az üzemanyagcellás traktorok ára várhatóan mintegy 40%-kal magasabb lesz, mint a vezető dízelüzemű alternatíváké.
- A vállalat 2023-ra tervezi elkészíteni az amerikai és az európai piacokra szánt üzemanyagcellás traktorának prototípusát.



Tapasztalatok

- Állításuk szerint az elektromos autókkal összehasonlítva az üzemanyagcellás járművek eddig nehezen tudtak tömeges piacra kerülni, viszont a mezőgazdasági gépekben történő alkalmazásban nagy potenciál rejlik. Ezeknek, tehát a mezőgazdasági berendezéseknek és járműveknek ugyanis sokkal több energiára van szükségük, mint a személygépkocsiknak. Az üzemanyagcellák pedig éppen ezt képesek lehetővé tenni, avagy, hogy hosszabb ideig működjenek anélkül, hogy az elektromos akkumulátorok többlettömeget és költséget generálnának.

Egyesült Államok – Amogy Inc. x John Deere Company



	Lokáció	Egyesült Államok, New York		Ütemezés	2022. Június
	Projektgazda	AMOGY Inc.		Partnerek	- John Deere Company - Advanced Energy Center, Stony Brook University, New York
	CAPEX	n.a			
	Finanszírozás	n.a			

 **Projekt leírása**

- Az amerikai John Deere mezőgazdasági vállalat, illetve a szintén amerikai Amogy, üzemanyagcellákkal és fenntartható energiai megoldásokkal foglalkozó startup együttműködése révén, a világ első ammóniaüzemű, nulla károsanyag-kibocsátású traktora sikeresen teljesítette első köreit.
- A közepes méretű John Deere traktor dízelmotorját az Amogy nevű startup cég által kifejlesztett "ammóniával működő" rendszerre cserélték. A rendszer az energiadús vegyi anyagot hidrogénné alakítja át, amely aztán egy 100 kW-os hidrogén üzemanyagcellát lát el energiával.

 **Tapasztalatok**

- Az Amogy rendszere egy 60 gallonos ammóniatartállyal több órán keresztül képes ellátni a traktort. Az ammóniát azonban nem közvetlenül az üzemanyagcellában használják fel; ehelyett az ammóniát egy reaktorban krakkolják, hogy igény szerint hidrogént állítsanak elő, amelyet aztán az üzemanyagcella működtetésére használnak. Bár a rendszer nem hatékony, az Amogy szerint az ammónia nagyobb energiasűrűsége miatt eleve elég üzemanyagot lehet szállítani a kompenzáláshoz, így mind az energia-, mind a teljesítménysűrűség tekintetében a normál hidrogén üzemanyagcelláknál előrébb jár.
- A közepes teherbírású jármű bemutatója után az Amogy a méret-, illetve teljesítmény-növelést célozta meg, melynek értelmében egy 1 MW-os rendszer kifejlesztésébe kezdtek 2022-ben.

Kína



**Lokáció**

Kína, Henan tartomány

**Projektgazda**

Luoyang Research Institute Co., Ltd.

**CAPEX**

n.a

**Finanszírozás**

n.a

**Ütemezés**

2020. június

**Partnerek**

- Nemzeti Mezőgazdasági Gépesítési és Innovációs Intézet (CHIAIC)
- Tsinghua Egyetem Tianjini Kutatóintézet
- YTO Group

**Projekt leírása**

- A kínai CHIAIC és Tsinghua Egyetem közös projektjében kifejlesztettek egy hidrogén üzemanyagcellás traktort, mely 5G mobilkommunikációs technológiát alkalmaz, önvezető üzemmóddal rendelkezik, illetve távolról is vezérelhető, tehát nem igényel vezetőt.
- A traktor állandó mágneses fő- és szinkron középmotorral, valamint független elektromos emelő- és kormánymotorokkal rendelkezik. A hidrogén üzemanyagcella akkor működik, amikor a jármű alulterhelt, míg nagy terhelés esetén a lítium akkumulátor további energiaellátást biztosít.
- A gép 5G technológiával rendelkezik, mellyel a felhasználó, avagy farmer képes figyelni a traktor valós idejű üzemállapotát, valamint az azt körülvevő munkakörnyezetet is, amely nagyban elősegíti a működés megbízhatóságát és pontosságát.

**Tapasztalatok, Várható előnyök**

- Az ET504-H traktor mostanra befejezte a gyártási és marketing próbák sorozatát. A magas akkumulátorköltségek jelenlegi hatása miatt azonban még nincs egyértelmű értékesítési tervük, mely elsősorban az akkumulátorok költségeitől függ. Amennyiben ezek beszerzési ára kedvezőbbé válik, a traktor sorozatgyártása is megkezdődhet.
- Fontos szerepet játszik a sorozatgyártás késleltetésében a hidrogén, mint üzemanyag korlátozott elérhetősége, illetve előállításának magas költségei is, nem beszélve a tárolási és egyéb infrastrukturális fejlesztések szükségességéről.

Tartalom

1 Vezetői összefoglaló

2 Hidrogén közlekedési tendenciák

3 Nemzetközi jó gyakorlatok - vasút

4 Nemzetközi jó gyakorlatok - hajózás

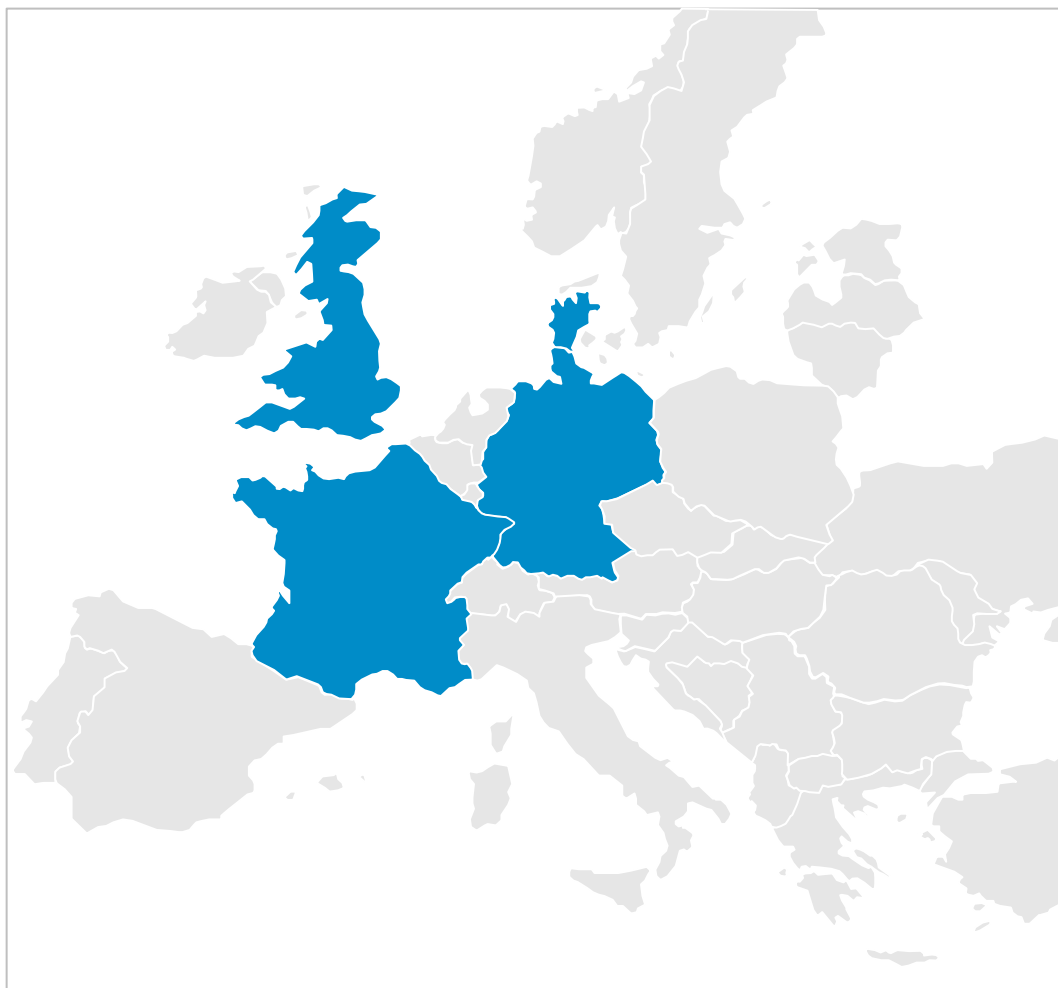
5 Nemzetközi jó gyakorlatok - mezőgazdaság

6 Nemzetközi jó gyakorlatok - taxi, car-sharing



A hidrogén taxik, car-sharing bevezetésével kapcsolatos tendenciák

Hidrogén taxik, car-sharing – nemzetközi példák

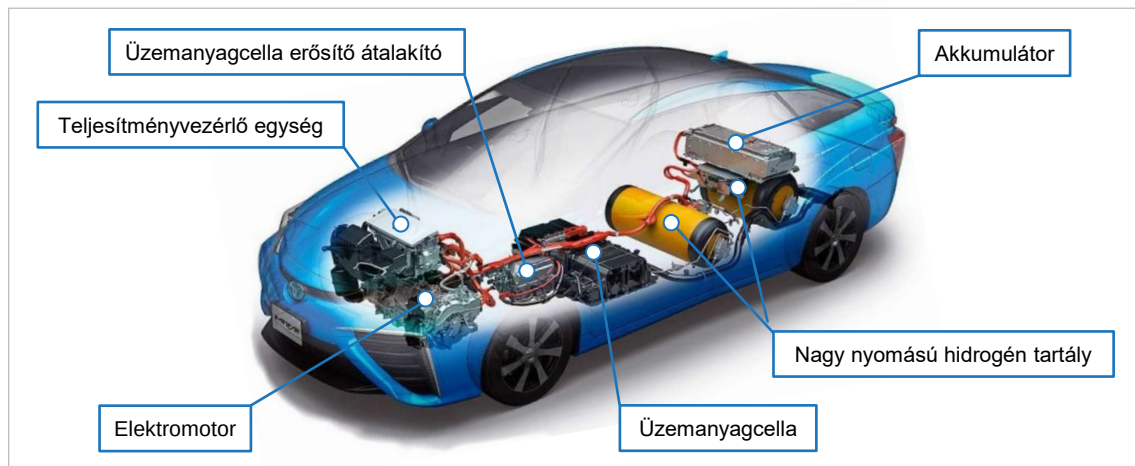


Megállapítások

- **2014-ben** jelent meg az első **hidrogén üzemanyag-cellás személyautó**, a Toyota Mirai.
- **2015-től** a **taxi szolgáltatások** és az **autómegosztó szolgáltatások** is **megjelent a hidrogén technológia**, köszönhetően a **Hydrogen Mobility Europe 2 (H2ME2)** és a **Zero Emission Fleet vehicles For European Rollout (ZEFER)** projekteknek (180 személyautó üzembehelyezése Londonban, Párizsban és Koppenhágában).
- 2016-tól München indult el a világ első hidrogén üzemanyagcellás autómegosztási szolgáltatása a Linde leányvállalataként.
- **Nagyon pozitívok az első tapasztalatok** a technológiával kapcsolatban, mind a **hatótáv**, mind az **üzembiztonság** (keves meghibásodás, gyors töltési lehetőség), mind pedig az **utaselégedettség** szempontjából.
- Az eddigi tapasztalatok azt mutatják, hogy **azok a projektek sikeresek**, amelyek **hidrogén stratégián**, **hidrogén ökoszisztéma** kialakításán és a **teljes hidrogén értéklánc megtervezésén** alapultak és a **felhasználói oldalt is integrálják**, mint pl. taxi, autómegosztás, harmadik fél általi használat, logisztika stb..
- A **hidrogén töltőállomások önálló telepítése** egyelőre **nem tud eredményes** lenni az alacsony kereslet miatt (több példát is látunk arra, hogy veszteségesen üzemeltetett hidrogén üzemanyagtöltő állomást bezártak, pl. Londonban).

A hidrogén meghajtású üzemanyagcellás személygépjárművek technológiai hátulütőjét a szegényes hidrogén-infrastruktúra, illetve a bonyolult rendszer költséges volta jelenti

Üzemanyagcellás személygépjárművek



Technológiai jellemzők

- Az üzemanyagcellás személygépjárművek működésének alapvető elemeit az elülső szívórácsokon keresztül **beáramló levegő (oxigén)**, illetve a nagynyomású **tartályokban tárolt hidrogén** jelenti.
- Mindkét elem áramlása az **üzemanyagcella** irányába történik, hogy azon belül, a hidrogén és az oxigén kémiai reakciója révén **elektromos áram és víz keletkezzen**.
- A rendszer a **termelt villamos energiát az elektromotorba** táplálja, mely felhasználja azt a jármű mozgatására. A motor működését egy **akkumulátor is támogatja**, mely fékezés során takarít meg villamos energiát.
- A rendszer hatékonyságát egy ún. **teljesítményvezérlő egység** növeli, mely egy olyan berendezés, amely különböző működési feltételek mellett képes optimálisan **szabályozni az üzemanyagcella teljesítményét**, továbbá az **akkumulátor töltését és merítését** is.
- A másik hatékonyságnövelő eszköz az **üzemanyagcella erősítő-átalakító**, mely egy kompakt, nagy hatásfokú, nagy kapacitású, újonnan kifejlesztett átalakító az üzemanyagcella feszültségének növelésére. Az erősítő berendezést arra használják, hogy a **bemeneti feszültségnél magasabb feszültségű kimeneti áramot** kapjanak.
- Az üzemanyagcellában keletkező villamos energia egyetlen mellékterméke a **víz**, amely a **kipufogócsövön keresztül távozik**.

Franciaország, Párizs – Hype a hidrogén mobilitás úttörője



	Lokáció	Franciaország, Párizs		Ütemezés	2021- (megvalósítás)
	Projektgazda	Hype		Partnerek	- HysetCo vagyonkezelő vállalat - Hype, Société du Taxi Électrique Parisien (STEP) - Toyota autógyár - Air Liquide hidrogén szolgáltató
	CAPEX	26 millió angol font*			
	Finanszírozás	Hydrogen Mobility Europe 2 (H2ME2) és a Zero Emission Fleet vehicles For European Rollout (ZEFER) projektek			

**Projekt leírása**

- 2009-ben alakult meg a Párizsi Elektronikus Taxi Társulás (STEP), amelynek célja a zéró-emisszió megvalósítása a jelentős járműállományok esetében, mint például a taxik, a lég- és zajszennyezettség sürgős és jelentős csökkenése érdekében.
- Eredetileg, a projekt elektromobilitási technológia (e-járművek és gyorsított) irányába indult el, de perdöntő bizonyítékok hiányában és számos, a technológiát is érintő korlátozások merültek fel. 2014-ben a projekt átfordult a hidrogén technológia irányába, amikor az ázsiai autógyártók piacra dobták az első hidrogén-üzemanyag-cellás járműveket.
- 2015-ben alakult meg a HYPE projekt, az első hidrogén üzemanyag-cellás taxik és az első töltőállomás üzembehelyezésével.
- 2023-ra a párizsi régióban 7 töltőállomás és 700 taxi üzemel (Toyota Mirai). A hidrogén mobilitási platform lépcsőzetesen nyitásra kerül független járművezetők irányába és integrál új használatot, mint például a logisztika.
- Hype célja, hogy 2025 végére a párizsi régióban 26 nyilvános töltőhálózatot nyisson meg, amelyet helyben előállított zöld hidrogénnel látnak el (beleértve legalább 20 nagy kapacitású töltőt, ~1 tonna/nap), amely 10.000 taxi töltésére képes. Ezzel egyidőben a Hype 15 új francia régióban és külföldön is létre kívánja hozni az ökoszisztémát.

**Tapasztalatok**

- Az elmúlt 7 évben, Hype üzemeltette a legnagyobb hidrogén üzemanyag-cellás taxi flottát és pénzügyi, technológiai és ipari partnerséget hozott létre a teljes értéklánc mentén (hidrogén előállítás, disztribúció, felhasználás) annak érdekében, hogy elősegítse az integrált hidrogén mobilitási platform fejlődését.

Egyesült Királyság, London – Green Tomato Cars az első emisszió mentes taxi és bérautó szolgáltató



**Lokáció**

Egyesült Királyság, London

**Projektgazda**

Green Tomato Cars taxiszo­lgá­ltató

**CAPEX**

26 millió angol font*

**Finanszírozás**

Zero Emission Fleet vehicles For European Rollout (ZEFER) és FCH JU projektek

**Ütemezés**

2021- (megvalósítás)

**Partnerek**

- Green Tomato Cars taxi- és bérautó szolgáltató
- Toyota autógyár
- ITM Power, hidrogén szolgáltató

**Projekt leírása**

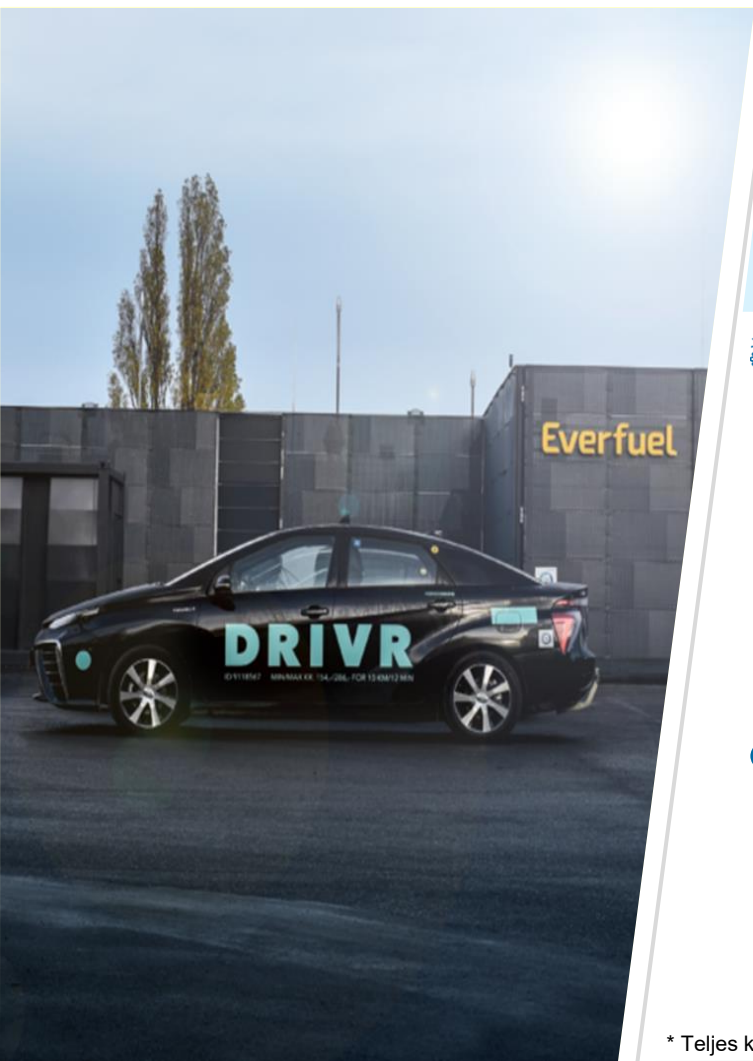
- A Green Tomato Cars 50 hidrogén üzemanyag-cellás taxit üzemeltet Londonban.
- 2022. októberi statisztikák alapján a Green Tomato Cars autói 42.475 kg hidrogént használtak fel, 20.600-szor töltöttek, átlagosan 2,1 kg-ot tankoltak töltésenként.
- 2 db 700 kg/nap kapacitású töltőállomás építése valósult meg a projekt keretében.

**Tapasztalatok**

- 480 km az autó hatótávja, amikor teljesen fel van töltve.
- Az eddigi tapasztalatok alapján a Toyota Mirai minimális extra felkészültséggel karbantartható. A hajtáslánc jóval kevesebb elemből áll, mint egy belsőégésű motor esetében. A fék alig kopik, kuplung nincs, a folyadékok mellett csupán az üzemanyagcella hűtőrendszerét, a hidrogénszenzort és az üzemanyag-szállító rendszert kell ellenőrizni. Erre bármely hivatalos Toyota szerviz alkalmas, a szerelő felkészítésén túl csupán egy hidrogénzivargás-érzékelőt és a szenzorok működésének ellenőrzéséhez használt hidrogén spray-t kell beszerezni.
- Ritka a műszaki meghibásodás.
- Gyors töltési lehetőség, 5 perc. A Green Tomato Cars által használt Mirai két évben összesen nagyjából 14 órát töltött tankolással, míg egy normál villanyautó – azonos futásteljesítmény mellett – legalább 50 napot (!) töltött volna egy tipikus, 7 kW-os töltő végére kötve.

* Teljes költségvetés, 180 taxi, bérautó és rendőrségi személyautó beszerzése Londonban, Koppenhágában és Párizsban.

Dánia – Koppenhága



	Lokáció	Dánia, Koppenhága		Ütemezés	2021- (megvalósítás)
	Projektgazda	DRIVR taxiszoigáítató		Partnerek	▪ Toyota autógyár ▪ Everfuel hidrogén szoligáítató ▪ DRIVR taxiszoigáítató
	CAPEX	26 millió angol font*			
	Finanszírozás	Hydrogen Mobility Europe 2 (H2ME2) és a Zero Emission Fleet vehicles For European Rollout (ZEFER) projektek			

**Projekt leírása**

- A dán kormány célja, hogy 2025-től az újonnan üzembehelyezett taxik ne bocsássanak ki CO2-t és légszennyező anyagokat és 2030-ra minden taxi zéró-emissziós legyen.
- 5 éves együttműködési megállapodást kötött a Toyota autógyár, az Everfuel (hidrogén szoligáítató) és a DRIVR taxiszoigáítató, amelynek értelmében 2021 november 5-én a száz hidrogén-üzemanyagcellás taxit állítottak forgalomba Koppenhágában (Toyota Mirai), a politikai célok támogatása érdekében.
- Az együttműködés keretében tovább kívánják bővíteni a hidrogén üzemanyag cellás taxik számát 2022-re 200-ra, és 2025-re 500-ra, valamint a töltőállomások számát is.
- A hidrogén-üzemanyagcellás autók melléktermékként tiszta vizet bocsátanak ki és menet közben a levegőt tisztítanak.
- Az üzemanyagcellás taxikat egy új hidrogénkút szolgálja ki, amiből kizárólag zöld, azaz megújuló energiaforrások segítségével előállított hidrogént tankolhatnak, amely alapvető részét képezi a város hidrogén ökoszisztémájának.

**Tapasztalatok**

- „A járművek teljesítménye magas értékelést kapott a sofőröktől és a flottaüzemeltetőktől, ezenkívül közvetlenül a hidrogénes hajtáslánccal kapcsolatban kevés meghibásodás és probléma merült fel” – írja közleményében a ZEFER.
- Everfuel számára az együttműködés „Proof of Business phase”, amelyben a partnerekkel együtt megmutatja, hogy hogyan lehet a teljes hidrogén értékláncot összekapcsolni.
- Az Everfuel 2023. szeptemberében bejelentette, hogy Dániában bezárja a töltőállomásait, arra hivatkozva, hogy a zöld hidrogén előállítása Dániában még nem elég érett. Sem az elektrolízis, sem a tartányautók, sem a töltőállomások nem voltak annyira kifejtettek, mint amire számított a cég, amikor elindította a törekvéseit. Ezen kívül a cég Norvégiában is bezárt 3 töltőállomást.

* Teljes költségvetés, 180 taxi, bérautó és rendőrségi személyautó beszerzése Londonban, Koppenhágában és Párizsban.

Németország – München a világ első üzemanyagcellás autómegosztó szolgáltatása



**Lokáció**

Németország, München

**Projektgazda**

The Linde Group

**CAPEX**

n.a.

**Finanszírozás**

National Innovation Programme (NIP II) társfinanszírozásával

**Ütemezés**

2016- (megvalósítás)

**Partnerek**

- Közlekedését és Digitális Infrastruktúráért felelős Német Szövetségi Minisztérium (társfinanszírozó)
- Linde hidrogén szolgáltató és leányvállalata a BeeZero
- Hyundai autógyár
- Total üzemanyagkereskedő

**Projekt leírása**

- BeeZero, a The Linde Group újonnan alapított leányvállalata, 50 Hyundai ix35 üzemanyag cellás elektromos járművet üzemeltet publikus használatra (autómegosztó szolgáltatás).
- Az autót az ügyfél és a BeeZero munkavállalói is tankolhatják, az ügyféligénynek megfelelően.
- A hidrogén előállítása teljes mértékben karbon semlegesen történik, kizárólag fenntartható termelési folyamatok mentén.

**Tapasztalatok**

- A hidrogén üzemanyagcellás technológia lehetővé teszi a hatótáv problémák megoldását. Teljes tankkal 400 km-es hatótáv, amely középtávolságú utazásokat is lehetővé tesz.
- A napi üzemeltetési tapasztalatok gyűjtésével kívánják továbbfejleszteni a hidrogén technológiát és bővíteni a hidrogén infrastruktúrát.
- A BeeZero 2 mobilitási trendet szintetizál – autómegosztás és zero emisszió – és szélesebb körben elérhetővé teszi az üzemanyagcellás technológia használatának előnyeit.

